Temperatură și valuri de căldură în România



AUTORI
→ Monica Ioniță
→ Viorica Nagavciuc

INFO Află mai multe despre autori la sfârșitul acestui document.

Cinci numere cheie despre temperatura și valurile de căldură din România

+1,97°C
reprezintă anomalia temperaturii medii în România în 2025; al cincilea cel mai cald an din ultimii 125 de ani.

22 de nopți tropicale
cu minime de peste 20°C, la Constanța în 2025, față de 0 nopți în Brașov, Harghita, Covasna, Sibiu și Alba.

43,4°C
este cea mai ridicată temperatură din România în 2025, la Calafat, pe 26 iulie, zi în care cele mai mari zece valori ale anului au depășit toate 41°C.

36 de zile
au fost incluse în valuri de căldură în 2025, față de o medie de doar 3,9 zile/an în perioada 1971-2000.

+122 zile/an
este creșterea proiectată a zilelor cu val de căldură în 2071-2100, cu emisii ridicate (RCP8.5), față de +63 zile/an cu emisii medii (RCP4.5).

Trei lucruri centrale din acest capitol



România nu traversează doar ani mai calzi, ci se află într-un climat mai cald

Din 1998, România nu a mai înregistrat niciun an cu anomalie negativă a temperaturii medii, iar din 2012 fiecare an a depășit media 1971-2000 cu peste 1°C.



Principala schimbare a valurilor de căldură este persistența: căldura extremă ocupă tot mai mult din sezonul cald

Valurile de căldură nu devin doar mai frecvente sau mai intense, ci mai ales mai lungi și mai persistente. În 2025 nu a existat un singur val de căldură record; severitatea sezonului a rezultat din repetarea a șase episoade, însumând 36 de zile.



Cât de extremă va deveni căldura în România depinde, decisiv, de traiectoria emisiilor

Până la jumătatea secolului, diferențele dintre scenarii sunt încă relativ limitate. După 2050, traiectoriile diverg puternic. Pentru 2071–2100, sunt proiectate aproximativ +63 zile/an cu val de căldură cu emisii medii (RCP4.5) și +122 zile/an cu emisii ridicate (RCP8.5). În sud, episoadele pot deveni atât de lungi încât mai multe valuri distincte din climatul actual ajung practic să se contopească.

Contextul european: 2025 – 2026

După anul excepțional 2024, anul 2025 s-a clasat pe locul al doilea în seria temperaturilor europene, la doar 0,13°C sub 2024, care rămâne cel mai cald an înregistrat. Temperatura medie pentru Europa în anul 2025 a fost de aproximativ 11,40°C, cu +1,81°C peste media de referință 1971-2000 (Figura 1). Ultimii 11 ani (2015-2025) se numără printre cei mai calzi din istorie, depășind temperatura medie de referință înregistrată între 1971 și 2000 cu valori cuprinse între 0,90°C în 2021 și 1,94°C în 2024 (Figura 1a).

Europa rămâne continentul care se încălzește cel mai rapid. Anomaliile de temperatură medie pentru 2025 arată că toată Europa a fost sub influența unor temperaturi care depășesc cu până la 3°C valorile medii ale temperaturii din perioada de referință (Figura 1b). Cele mai afectate zone au fost cele din nordul Europei (Norvegia, Suedia, Finlanda) și din estul Europei (Belarus, Ucraina, Moldova, partea europeană a Rusiei), unde anomaliile de temperatură au depășit 2°C. În centrul și vestul Europei (Marea Britanie, Germania, Cehia, Polonia) s-au înregistrat anomalii de temperatură mai mici, însă semnificativ pozitive. După cum se poate observa din Figura 1b, suprafețe extinse din România înregistrează anomalii de peste 2°C, mai ales în nord-estul țării, iar doar suprafețe restrânse din partea de sud au anomalii de sub 1°C.

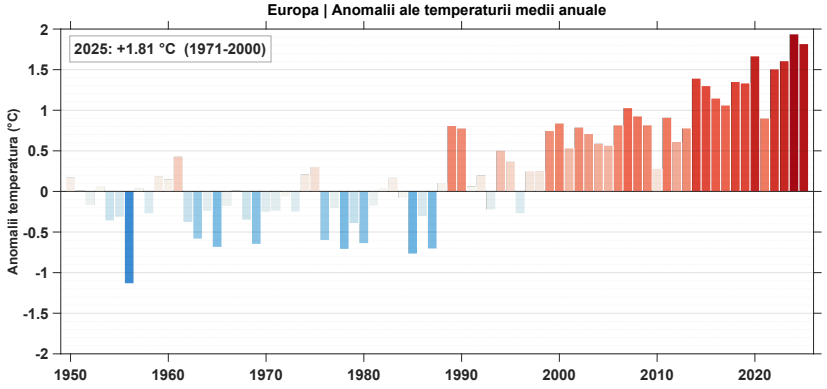

Fig.1.a.

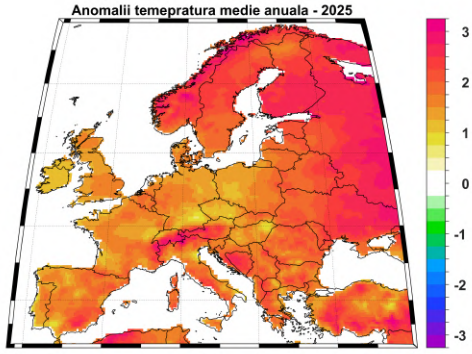

Fig.1.b.

Figura 1. Anomaliile de temperatură mediate la nivelul Europei. a) Evoluția anomaliilor temperaturii medii anuale în Europa din 1950 până în 2025, pe baza datelor ERA5 Land (Muñoz-Sabater et al., 2021); b) Distribuția spațială a anomaliilor înregistrate în 2025 la nivelul Europei. Anomaliile în a) și b) au fost calculate relativ la perioada climatică 1971-2000.

Anul 2026 a continuat această tendință într-un mod alarmant. Vestul Europei a traversat cel mai cald început de vară din istoria măsurătorilor: temperatura medie combinată pentru iunie-iulie 2026 a fost de 21,62°C, cu +2,79°C peste medie, depășind recordul anterior din 2022. Iunie 2026 a fost cea mai caldă lună de iunie înregistrată vreodată în vestul Europei (+3,05°C față de 1991-2020) și a doua cea mai caldă lună de iunie la nivel global[1]. Vara lui 2026 a fost al treilea sezon consecutiv de căldură excepțională, cu sisteme anticiclonice persistente care au ținut căldura deasupra continentului începând din mai.

În iunie 2026, Europa de Vest a fost afectată de două episoade majore de căldură care au continuat în primele zile din iulie, temperatura medie regională atingând 20,49°C. În mare parte din vestul și sudul Europei au fost înregistrate condiții de stres termic puternic sau foarte puternic.

În Franța, episodul a fost deosebit de persistent. Iunie 2026 a fost a doua cea mai caldă lună iunie înregistrată în hexagon după 2003, cu o anomalie de aproximativ +3,3°C. Spre sfârșitul lunii, temperaturile au depășit local 40°C, iar persistența temperaturilor nocturne ridicate a accentuat stresul termic.

Și Germania a fost afectată de extinderea spre nord-est a maselor de aer foarte cald asociate acestui episod european. Valul de căldură din iunie 2026 a stabilit un nou punct de referință pentru căldura de la începutul verii în Germania, generând cele mai ridicate temperaturi de la începutul înregistrărilor instrumentale și culminând cu un nou record național provizoriu de temperatură de 41,8°C (Ioniță and Nagavciuc, 2026a).

La scară continentală, aceste episoade ilustrează tendința către valuri de căldură mai timpurii, mai intense și cu un stres termic mai ridicat. Deși iunie 2026 a fost doar a cincea cea mai caldă lună iunie pentru Europa în ansamblu (+1,10°C față de 1991-2020), contrastul regional a fost foarte puternic, Europa de Vest înregistrând cea mai caldă lună iunie.

1 . https://climate.copernicus.eu/copernicus-highest-july-global-ocean-surface-temperatures-exceptionally-hot-dry-conditions-fuel

Succesiunea rapidă a valurilor de căldură din 2026 (mai, iunie și iulie) nu a lăsat solurilor timp de refacere. Umiditatea solului în vestul Europei a fost semnificativ mai scăzută decât în iulie 2022, cu deficite record de precipitații și umiditate în Franța, Spania și în părți din Germania și Marea Britanie. Căldura extremă și seceta s-au amplificat reciproc: incendii devastatoare în Peninsula Iberică și în sudul Franței, debite fluviale în scădere accentuată și, în mijlocul verii, niveluri minime record pe Rin și Dunăre. Iulie 2026 a fost, de asemenea, cea mai caldă lună înregistrată vreodată pentru oceanele non-polare. Un nou El Niño se dezvoltă în Pacific, ceea ce face ca 2027 să fie deja considerat un candidat serios pentru un nou record global[1].

România în 2025

La nivel național, temperatura medie anuală din 2025 se încadrează în tendința europeană de temperaturi ridicate. Spre deosebire de analizele anterioare, care se sprijineau pe 65 de stații și pe setul de date CRUTS4.09, în acest raport folosim datele de la 155 de stații meteorologice cu date lunare neîntrerupte din ianuarie 1901 (Dumitrescu et al., 2025), ceea ce oferă o imagine spațială mult mai detaliată și o serie națională omogenă pentru ultimii 125 de ani.

Temperatura medie pe țară în 2025 a fost de 11,04°C, cu +1,97°C peste media de referință înregistrată între 1971 și 2000. Anul 2025 se clasează pe locul 5 în seria 1901-2025, după anii 2024 (12,10°C), 2019 (11,43°C), 2023 (11,41°C) și 2020 (11,18°C) (Figura 2a). Per ansamblu, observăm o tendință clară de creștere a temperaturii, începând cu anul 1998, înregistrându-se doar anomalii anuale pozitive. Începând cu anul 2012, anomaliile anuale de temperatură depășesc 1°C și variază între 1,10°C în 2021 și 3,01°C în 2024. Aceste variații sunt în concordanță cu valorile înregistrate la nivel european.

Printre cei mai reci ani se remarcă 1933, 1940, 1942, 1956 și 1907, cu anomalii negative semnificative (variind între -1,94°C și -1,24°C). În schimb, după 2000 și, în special, după 2010, apare o frecvență tot mai mare a anilor cu anomalii pozitive excepționale, care ies în evidență ca fiind cei mai calzi ani din întreaga serie (Figura 2a).

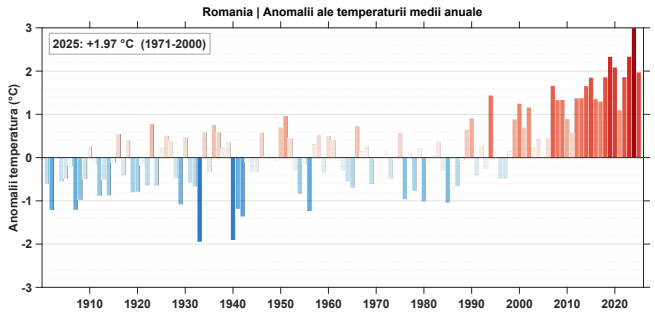

Fig.2.a.

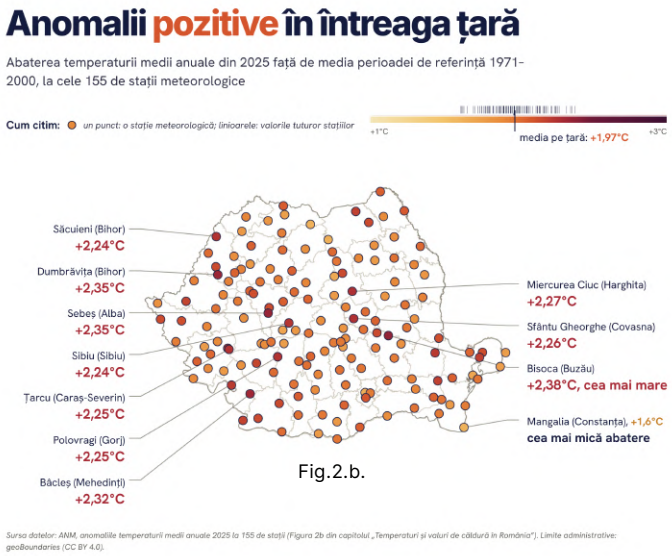

Fig.2.b.

Figura 2. Evoluția și distribuția spațială a anomaliilor temperaturii medii anuale în România, calculate față de perioada de referință 1971-2000: a) seria anomaliilor medii la nivel național pentru perioada 1901-2025, nuanțele albastre indicând ani mai reci, iar cele roșii ani mai calzi decât media climatologică; b) distribuția anomaliilor înregistrate în anul 2025 la cele 155 de stații meteorologice analizate. Sursa datelor: ANM.

La nivel regional, temperatura medie anuală a fost mai mare decât media intervalului de referință standard la toate stațiile meteorologice analizate (Figura 2b). Harta temperaturilor pentru 2025 confirmă anomalii pozitive în întreaga țară, cu valori care variază între +1,6°C la Mangalia și +2,4°C la Bisoca. Cele mai mari anomalii sunt înregistrate la stațiile Bisoca (+2.38°C, jud. Buzău), Sebeș (+2.35°C, jud. Alba), Dumbrăvița (+2.35°C, jud. Bihor), Băcleș (+2.32°C, jud. Mehedinți), Miercurea Ciuc (+2.27°C, jud. Harghita), Sfântu Gheorghe (+2.26°C, jud. Covasna), Țarcu (+2.25°C, jud. Caraș-Severin), Polovragi (+2.25°C, jud. Gorj), Săcuieni (+2.24°C, jud. Bihor) și Sibiu (+2.24°C, jud. Sibiu).

Cele mai ridicate temperaturi medii anuale, de peste 13,5°C, s-au înregistrat în sudul Olteniei (Calafat, 13,7°C) și local în Muntenia (București-Filaret, 13,5°C), precum și în zona litoralului sudic a Mării Negre (Constanța, 13,9°C și Mangalia, 13,5°C). Valori termice ridicate, cuprinse între 12 și 13,5°C, au caracterizat areale extinse din Dobrogea (inclusiv Delta Dunării), Oltenia, Muntenia, sudul Moldovei, precum și cea mai mare parte a Banatului și Crișanei. În celelalte regiuni ale țării, incluzând o mare parte din Transilvania și Moldova, regiunile subcarpatice și, izolat, nordul Dobrogei, temperaturile medii anuale au variat, în general, între 10 și 12°C. Zonele montane joase și unele depresiuni intramontane (Brașov, Întorsura Buzăului, Petroșani, Voineasa) s-au caracterizat prin valori cuprinse între 8 și 10°C, în timp ce în cea mai mare parte a zonelor montane, temperatura medie anuală s-a situat între 4 și 8°C. La altitudini mari, de peste 1700-1800 m, valorile termice au scăzut sub 4°C, ajungând izolat la valori negative pe cele mai înalte culmi montane, la circa 2.500 m.

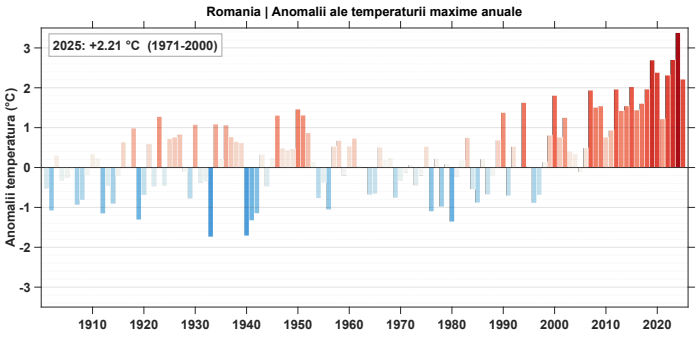

Fig.3.a.

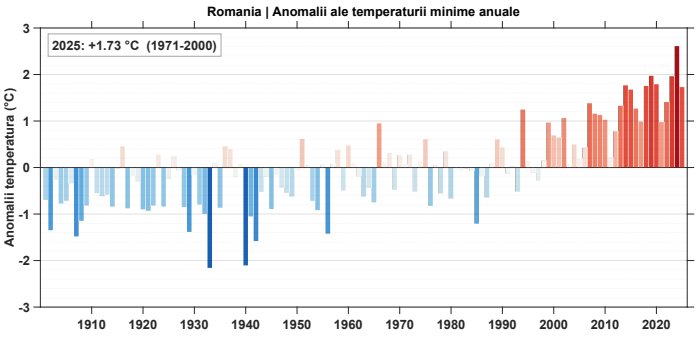

Fig.3.b.

Figura 3. Evoluția anomaliilor temperaturilor extreme anuale medii la nivelul României în perioada 1901-2025, calculate față de intervalul de referință 1971-2000: a) anomaliile temperaturii maxime medii anuale (TX); b) anomaliile temperaturii minime medii anuale (TN). Nuanțele albastre indică ani mai reci, iar cele roșii ani mai calzi decât media climatologică.

În ceea ce privește temperaturile maxime anuale, anul 2025 ocupă locul al șaselea în seria de observații din ultimii 125 de ani, cu o anomalie de 2,21°C față de perioada de referință 1971-2000 (Figura 3a). Valori mai ridicate ale anomaliei au fost înregistrate în anii 2024 (3,38°C), 2023 (2,70°C), 2019 (2,69°C), 2020 (2,38°C) și 2022 (2,31°C). De asemenea, în ultimii 19 ani, anomaliile temperaturii maxime au fost exclusiv pozitive, aceasta reprezentând cea mai lungă perioadă neîntreruptă cu valori de același semn din întreaga serie de măsurători. Anul 2025 se situează pe locul 5 în topul temperaturilor minime din ultimii 125 de ani, cu o anomalie de 1,97°C, după anii 2024 (2,99°C), 2019 (2,33°C), 2023 (2,33°C) și 2020 (2,08°C), în raport cu perioada de referință 1971-2000 (Figura 3b), iar în ultimii 28 de ani s-au înregistrat doar anomalii pozitive.

Analiza tendințelor temperaturii aerului pentru perioada 1961-2025 evidențiază o încălzire generalizată și robustă pe întreg teritoriul României (Figura 4). Tendințele sunt pozitive și semnificative statistic la toate cele 155 de stații analizate, atât pentru temperatura medie anuală (TT), cât și pentru temperaturile maxime (TX) și minime (TN). La nivelul rețelei de stații, creșterea medie estimată pentru întreaga perioadă este de aproximativ **+2,38°C pentru temperatura medie, +2,72°C pentru temperatura maximă și +2,07°C pentru temperatura minimă**. Rezultatele indică faptul că încălzirea temperaturilor diurne maxime a fost, în general, mai accentuată decât cea a temperaturilor nocturne minime.

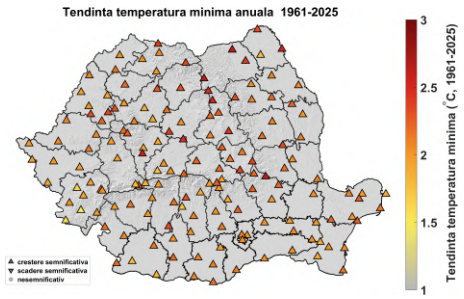

Fig.4.a.

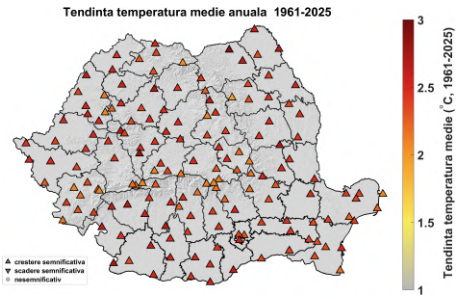

Fig.4.b.

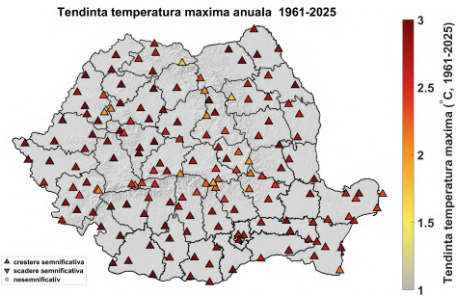

Fig.4.c.

Figura 4. Tendința temperaturii aerului în România în perioada 1961-2025, calculată pe baza observațiilor de la 155 de stații meteorologice: a) temperatura minimă anuală (TT), b) temperatura medie anuală (TX) și c) temperatura maximă anuală (TN). Valorile reprezintă schimbarea totală estimată pentru perioada 1961-2025 (°C). Tendințele sunt pozitive și semnificative statistic la toate stațiile analizate. Sursa datelor: ANM.

În cazul temperaturii minime (TN, Figura 4a), creșterile sunt ceva mai moderate comparativ cu TT și TX, dar rămân semnificative: între aproximativ +1,51 și +2,65°C, cele mai pronunțate fiind la Poiana Stampei (+2,65°C), Bisoca (+2,64°C) și Rădăuți (+2,63°C). Pentru temperatura medie anuală (TT), creșterile estimate variază între aproximativ +1,97 și +2,90°C. Cea mai mare valoare apare la Rădăuți (+2,90°C), urmată de Sebeș (+2,83°C), Calafat (+2,73°C), Adjud și Dej (aproximativ +2,70°C).

Cele mai mari creșteri ale temperaturii maxime anuale (TX) depășesc 3°C în mai multe regiuni. Valoarea maximă este înregistrată la Calafat (+3,28°C), urmată de Săcuieni (+3,22°C), Giurgiu (+3,18°C), Rădăuți (+3,17°C), Câmpeni (+3,13°C) și Adjud (+3,12°C). Aceste valori corespund unor tendințe de aproximativ +0,49-0,51°C/deceniu. În contrast, creșterile TX sunt mai reduse la unele stații montane de mare altitudine, precum Ceahlău-Toaca (+1,67°C), Iezer (+1,71°C) și Vârful Omu (+1,89°C).

Datele arată o asimetrie între evoluția temperaturilor maxime și a celor minime. Pentru ansamblul stațiilor, creșterea temperaturii maxime anuale este cu aproximativ 0,7°C mai mare decât cea a temperaturii minime pe parcursul perioadei analizate. Această diferență arată că schimbarea climatică observată în România nu constă doar într-o deplasare uniformă a temperaturilor către valori mai ridicate, ci implică și modificări ale amplitudinii și distribuției temperaturilor zilnice. Creșterea deosebit de puternică a temperaturilor maxime este relevantă mai ales pentru evoluția zilelor foarte calde, a valurilor de căldură, a evapotranspirației și a riscului de secetă.

În ceea ce privește extremele zilnice ale anului 2025, cele mai scăzute temperaturi înregistrate în România în 2025 au coborât până la -22,5°C, la Vârful Omu și Întorsura Buzăului (Figura 5a). Valori apropiate au fost măsurate la Obârșia Lotrului (-21,8°C) și Iezer (-21,2°C). Temperaturile foarte scăzute nu s-au limitat însă la regiunile montane și depresionare: în sudul țării, la Călărași și Perișoru, minimele au ajuns la -20,9°C. În ansamblu, cele mai severe valori ale anului s-au situat în intervalul -20,7-22,5°C (Figura 5a). Cele mai mari zece valori ale temperaturii maxime (°C) din 2025 s-au înregistrat pe 26 iulie, când temperaturile au depășit 41 °C, iar maximul a fost înregistrat la Calafat – 43,4 °C, urmat de Băilești cu 42,7 °C, Bechet cu 42,3 °C, Drobeta-Turnu Severin cu 42,2°C, Giurgiu cu 41,8°C, Lugoj 41,7°C, Moldova Veche 41,6°C, Cernavodă/București-Filaret 41,5°C, Turnu Măgurele 41,4°C și Caracal 41,3°C (Figura 5b).

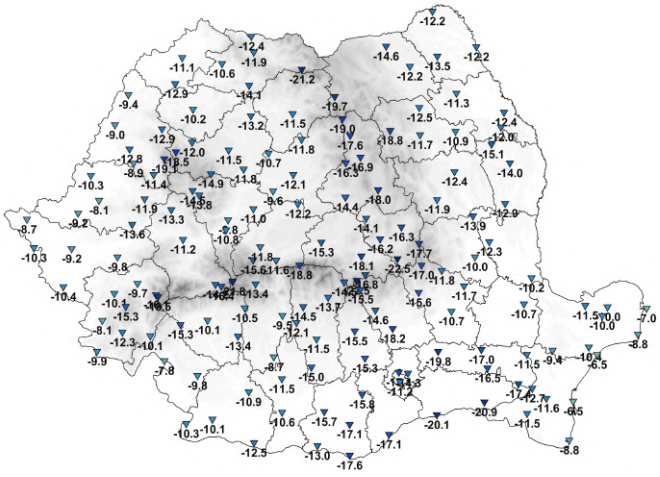

Fig.5.a.

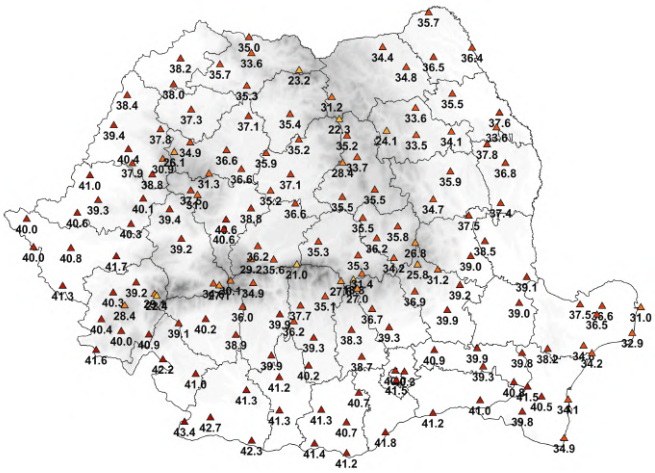

Fig.5.b.

Figura 5. Valorile cele mai mici ale temperaturii minime anuale (a) și valorile cele mai mari ale temperaturii maxime anuale (b), înregistrate în anul 2025. Sursa datelor: ANM.

Mediind datele zilnice la nivelul țării (Figura 6), perspectiva zilnică arată că anul 2025 nu a înregistrat temperaturi ridicate constante. În 2025, depășirile climatologiei au apărut în numeroase intervale ale anului, dar semnalul cel mai puternic al căldurii diurne s-a concentrat vara. Numărul zilelor cu temperaturi maxime peste 30°C a crescut rapid din iunie, a atins un maxim în iulie și a rămas foarte ridicat în august, mult peste medie și, în lunile de vârf, peste intervalul climatologic 10-90% al perioadei 1971-2000 (Figura 6).

Curbele zilnice arată totodată alternanța dintre episoade calde și răciri temporare, precum și mai multe egalări sau depășiri ale recordurilor zilnice de temperatură maximă. Temperaturile minime au fost, de asemenea, frecvent peste media climatologică, ceea ce indică persistența căldurii și în timpul nopții.

Fig.6.a.

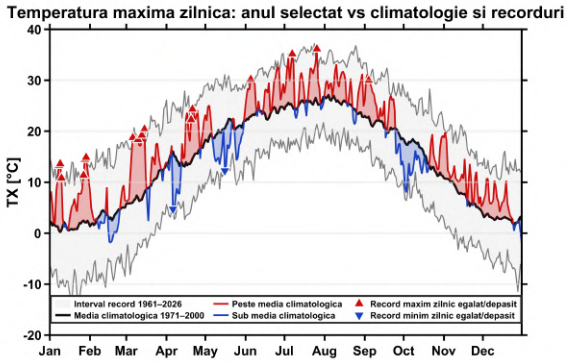

Fig.6.b.

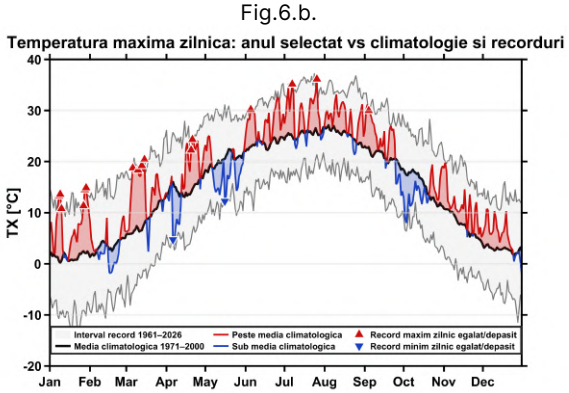

Figura 6. Evoluția zilnică a temperaturilor maxime (a) și minime (b) în 2025, comparativ cu climatologia 1971-2000 și cu intervalul recordurilor din 1961-2025. Datele sunt mediate la nivelul României. Sursa datelor: ANM.



Evoluția valurilor de căldura și a temperaturilor extreme: trecut și prezent

Pentru a caracteriza cât mai bine evoluția căldurii extreme în România, este necesară utilizarea mai multor indicatori care surprind componente diferite și complementare ale fenomenului. Valurile de căldură (HW) descriu în primul rând persistența unor temperaturi neobișnuit de ridicate în raport cu climatologia locală, în timp ce indicatorii bazați pe praguri absolute măsoară intensitatea efectivă a căldurii.

Numărul de zile cu TX > 30°C (TX30) evidențiază frecvența zilelor foarte calde, iar TX > 35°C (TX35) izolează episoadele de căldură diurnă severă, relevante în mod direct pentru stresul termic, agricultură, ecosisteme și consumul de energie. În același timp, nopțile tropicale (TN > 20°C, TN20) oferă informații despre persistența căldurii pe timpul nopții și despre absența răcirii nocturne, aspect important pentru impactul asupra sănătății umane.

Analizarea simultană a acestor indicatori este esențială deoarece o regiune poate înregistra valuri de căldură lungi fără a atinge foarte frecvent 35°C, în timp ce o altă regiune poate avea numeroase zile cu temperaturi de peste 35°C, dar grupate în mai puține episoade persistente. Prin urmare, niciun indicator luat separat nu descrie întreaga complexitate a căldurii extreme. Împreună, HW, TN20, TX30 și TX35 permit evaluarea persistenței, intensității diurne, acumulării căldurii și stresului termic nocturn, oferind o imagine mult mai relevantă atât asupra schimbărilor climatice observate, cât și asupra impactului acestora.

Pentru evaluarea completă a evoluției valurilor de căldură, la nivelul țării, au fost analizate, într-o primă fază, șase caracteristici complementare: numărul evenimentelor (HWN), numărul total de zile incluse în valuri de căldură (HWF), durata celui mai lung eveniment (HWD), amplitudinea maximă peste pragul TX90p (HWA), magnitudinea medie a evenimentelor (HWM) și severitatea cumulată sezonieră (HWSev) (Figura 7).

Numărul valurilor de căldură a crescut cu aproximativ 3,4 evenimente pe sezon pe parcursul perioadei analizate, în timp ce media intervalului de referință 1971-2000 a fost de numai 0,7 evenimente pe sezon. În primele decenii ale seriei au predominat anii fără valuri de căldură sau cei cu un singur eveniment. După 1990, sezoanele cu două sau mai multe evenimente devin tot mai frecvente, iar după 2000 apar în mod repetat ani cu trei până la cinci episoade. În 2025 au fost identificate șase valuri de căldură, o valoare de peste opt ori mai mare decât media perioadei de referință.

Creșterea este și mai evidentă pentru numărul total de zile incluse în valuri de căldură. Tendința liniară indică o schimbare de aproximativ +28 de zile între 1961 și 2025, față de media de numai 3,9 zile pe sezon din perioada 1971-2000. În ultimele două decenii au devenit frecvente sezoanele cu peste 20-30 de zile afectate, iar în anii cei mai severi s-au înregistrat între 40 și 60 de zile cu val de căldură. În 2025, cele șase evenimente au însumat 36 de zile, de peste nouă ori mai mult decât media climatologică. Evoluția neliniară sugerează că extinderea duratei cumulate s-a accelerat după anul 2000.

Durata celui mai lung eveniment a crescut, de asemenea, cu aproximativ 10,7 zile în perioada 1961-2025, în raport cu media de 2,6 zile din intervalul 1971-2000. În prima parte a seriei, cele mai lungi episoade aveau, în general, aproximativ 5-7 zile. După anul 2000 apar în mod repetat evenimente care durează 10-16 zile, precum și un episod excepțional de aproximativ 26 de zile. În 2025, cel mai lung val de căldură a durat 7 zile. Deși această valoare nu se numără printre recordurile seriei, severitatea sezonului a rezultat din repetarea evenimentelor și din numărul mare de zile afectate.

Modificările observate nu privesc numai frecvența și persistența, ci și intensitatea valurilor de căldură. Amplitudinea maximă peste pragul TX90p a crescut cu aproximativ 2,1°C în perioada analizată, comparativ cu media de 4,4°C din intervalul de referință. În 2025, cea mai mare depășire a pragului climatologic a fost de 6,3°C. Magnitudinea medie a evenimentelor a înregistrat o creștere mai moderată, de aproximativ 0,54°C, iar valoarea din 2025 a fost de 2,4°C peste TX90p.

Rezultatele indică faptul că intensificarea este mai evidentă pentru valorile maxime atinse și pentru persistența evenimentelor decât pentru intensitatea medie a tuturor zilelor care intră în componența unui val de căldură. Cea mai puternică schimbare integrată este observată pentru severitatea cumulată sezonieră, indicator care combină durata evenimentelor cu amplitudinea depășirilor pragului climatologic.

Severitatea unui val de căldură se măsoară adunând, pentru fiecare zi a episodului, cu cât a depășit temperatura nivelul obișnuit — o unitate numită grade-zile (°C·zile). Un val de cinci zile, fiecare cu 3°C peste normal, înseamnă 15°C·zile; același total îl poate atinge și un episod mai scurt, dar mai fierbinte. Tendința indică o creștere de aproximativ 70,6°C·zile între 1961 și 2025, în condițiile în care media perioadei 1971–2000 a fost de numai 9°C·zile. În 2025, severitatea cumulată a ajuns la 87,1°C·zile, de aproape zece ori mai mare decât media climatologică. Deși anul 2025 nu a stabilit recordul seriei, valoarea ridicată confirmă caracterul sever al sezonului, determinat de combinația dintre frecvența mare, durata cumulată și amplitudinea evenimentelor.

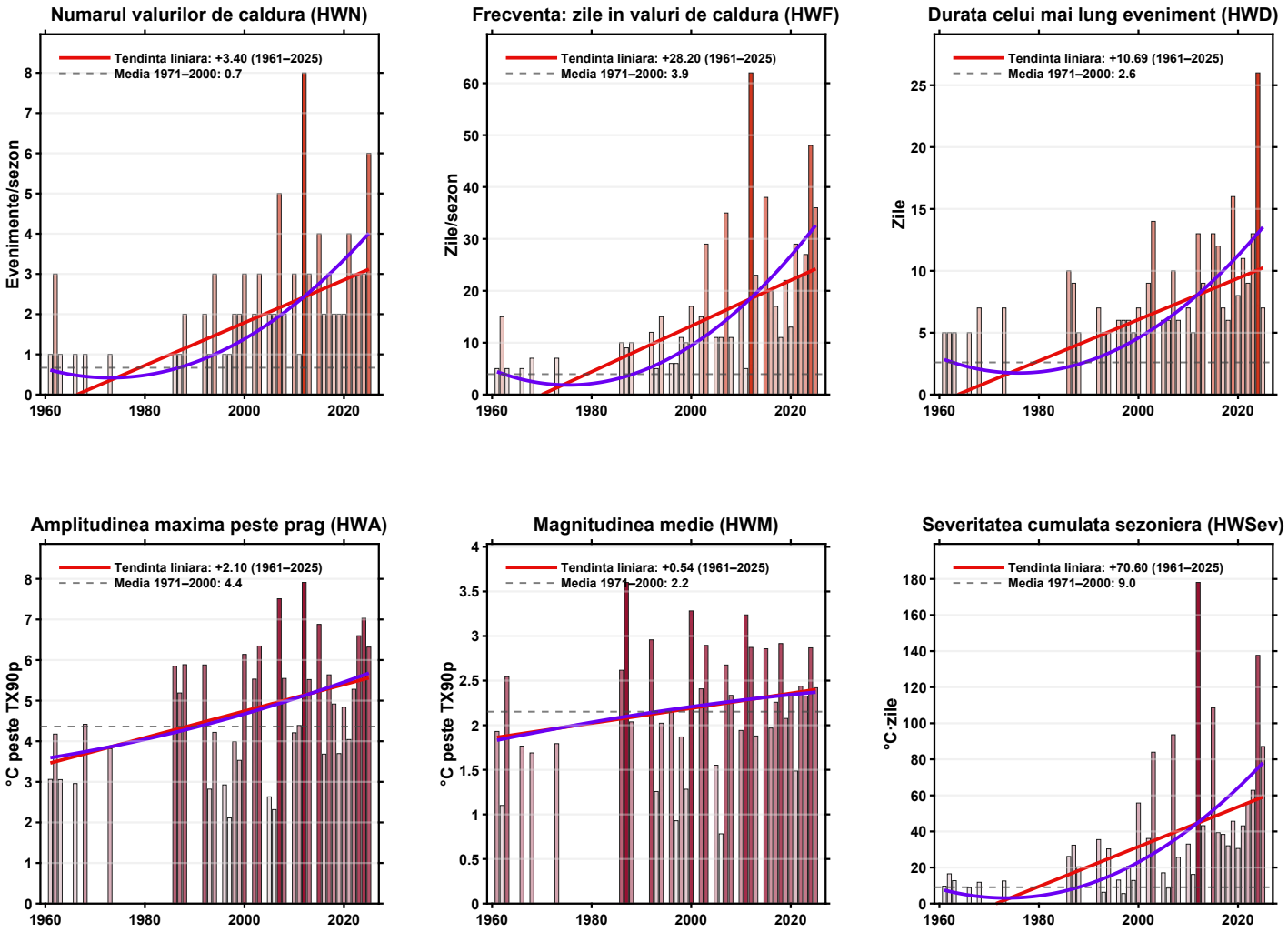

Figura 7. Evoluția caracteristicilor valurilor de căldură în perioada 1961-2025, la nivelul țării: numărul valurilor de căldură (HWN), numărul total de zile incluse în valuri de căldură (HWF), durata celui mai lung eveniment (HWD), amplitudinea maximă peste pragul TX90p (HWA), magnitudinea medie (HWM) și severitatea cumulată sezonieră (HWSev). Barele reprezintă valorile anuale, linia întreruptă indică media perioadei de referință 1971-2000, iar punctul evidențiază valorile din 2025. Tendințele sunt exprimate ca schimbare totală estimată pentru perioada 1961-2025. Sursa date: ANM.

Privite împreună, cele șase caracteristici descriu tranziția de la un climat în care valurile de căldură erau rare și relativ scurte către un regim caracterizat prin episoade repetate, persistente și cu o severitate cumulată mult mai mare. Creșterea numărului de zile afectate și a severității sezoniere este mai accentuată decât modificarea intensității medii, ceea ce arată că principala transformare constă în extinderea temporală a căldurii extreme.

Pentru a plasa evenimentele recente într-un context istoric, valurile de căldură au fost clasificate în funcție de intensitatea cumulată, exprimată în°C·zile (Figura 8). Acest indicator combină amplitudinea depășirii pragului TX90p cu durata evenimentului și permite diferențierea dintre episoadele scurte și foarte intense și cele mai moderate, dar persistente. O valoare ridicată poate rezulta atât din temperaturi mult peste pragul climatologic, cât și din menținerea condițiilor extreme pe parcursul mai multor zile consecutive. Clasamentul arată că cele mai severe valuri de căldură din seria analizată sunt concentrate în ultimele două decenii. Primele două poziții sunt

ocupate de evenimentele din 2024, cu intensități cumulative de 126 și, respectiv, 122°C·zile. Acestea au durat 15 și 16 zile și au fost caracterizate de temperaturi maxime de 36,6°C și 33,7°C, mediate la nivelul întregii țări. Urmează evenimentul din 2007, cu 117°C·zile, iar episoadele din 2003 și 2012 au atins câte 112°C·zile. În primele zece poziții mai apar evenimente din 2015, 2016, 2019 și 2023. Astfel, nouă dintre cele zece evenimente cu cea mai mare intensitate cumulată s-au produs după anul 2000, iar șapte după 2010, ceea ce confirmă concentrarea valurilor de căldură severe în perioada recentă.

Clasamentul evidențiază și faptul că temperatura maximă atinsă nu determină singură severitatea unui val de căldură. De exemplu, unele evenimente cu temperaturi maxime mai moderate ocupă poziții superioare datorită persistenței lor. Evenimentul din 2003 a avut o temperatură maximă de 30,3°C, dar a durat 14 zile și a acumulat 112°C·zile. În schimb, un episod cu o temperatură maximă mai ridicată poate ocupa o poziție inferioară dacă durata sau depășirea cumulată a pragului climatologic este mai mică. Prin urmare, intensitatea cumulată oferă o măsură mai completă a severității decât temperatura maximă absolută. Evenimentul analizat din 2025 a avut o intensitate cumulată de 48°C·zile, o temperatură maximă de 35,2°C și o durată de șase zile. Acesta ocupă locul 43 în seria evenimentelor identificate și nu se înscrie printre primele zece valuri de căldură. Poziția relativ modestă a acestui episod nu înseamnă însă că sezonul 2025 a fost lipsit de severitate. Clasamentul din Figura 8 se referă la evenimente individuale, în timp ce indicatorii sezonieri integrează toate episoadele produse într-un an. Astfel, severitatea anului 2025 a rezultat mai ales din repetarea valurilor de căldură, nu din existența unui singur eveniment excepțional.

În 2026, cel mai important eveniment identificat până la data ultimei observații disponibile (22.08.2026) a avut o intensitate cumulată de 61°C·zile, o durată de 8 zile și o temperatură maximă de 35,3°C. Evenimentul ocupă locul 25 în seria analizată și a fost, prin urmare, mai persistent și mai sever decât episodul selectat din 2025. Intensitatea sa cumulată a fost cu aproximativ 27% mai mare, în principal datorită duratei mai lungi, în condițiile în care temperaturile maxime ale celor două evenimente au fost aproape identice. Comparația ilustrează importanța persistenței: două valuri de căldură cu maxime similare pot avea severități foarte diferite dacă unul dintre ele se menține mai multe zile.

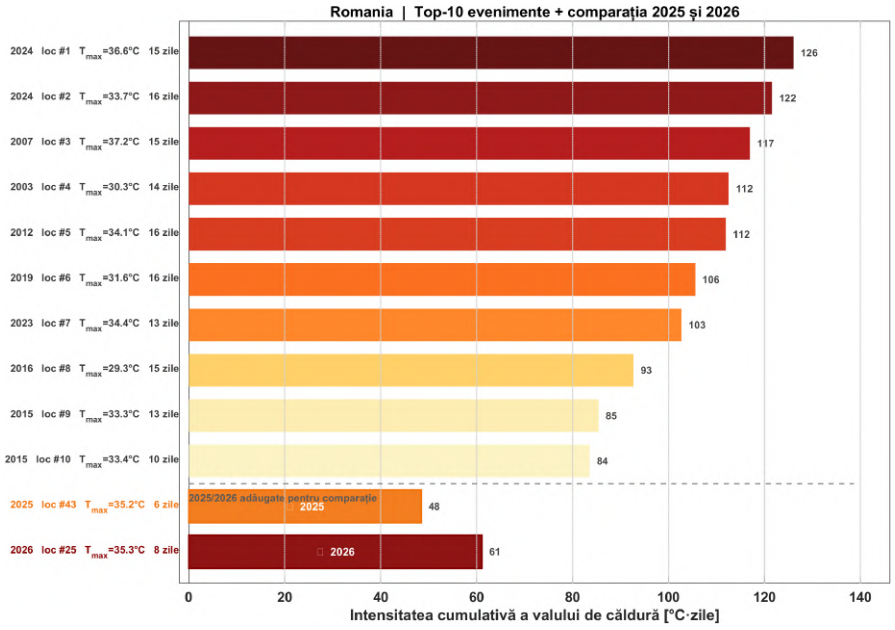

Figura 8. Clasamentul celor mai intense zece valuri de căldură din seria analizată, stabilit pe baza intensității cumulative, exprimată în°C·zile (= suma anomaliilor temperaturii medii zilnice pe durata unui val de căldură). Pentru fiecare eveniment sunt indicate anul, poziția în clasament, temperatura maximă și durata. Evenimentele din 2025 și 2026 sunt prezentate separat pentru comparație. Valoarea pentru 2026 este provizorie și corespunde intervalului cu datele disponibile până la **22.08.2026**; aceasta nu reprezintă bilanțul întregului an. Sursa datelor: ANM.

Cele mai severe evenimente sunt concentrate în perioada recentă, ceea ce confirmă tendințele de creștere a frecvenței, duratei și severității valurilor de căldură. În al doilea rând, nici 2025, nici intervalul analizat din 2026 nu au produs un eveniment aflat în primele zece poziții, dar ambele sezoane au fost caracterizate de valuri de căldură relevante. Acest rezultat arată că evaluarea unui sezon nu trebuie bazată exclusiv pe recordul celui mai intens eveniment. Pentru descrierea completă a riscului trebuie analizate simultan poziția evenimentelor individuale, numărul lor, durata totală și severitatea cumulată a întregului sezon.

Analiza seriilor mediate la nivelul României evidențiază tendința generală de creștere a frecvenței, duratei, intensității și severității valurilor de căldură, însă media națională poate estompa diferențe regionale importante. Pentru a identifica regiunile în care schimbările au fost cele mai pronunțate și pentru a separa persistența valurilor de căldură de depășirea pragurilor termice absolute, analiza este continuată prin examinarea distribuției spațiale a nopților tropicale (TN20), a zilelor toride (TX30) și caniculare (TX35) și a numărului de zile incluse în valuri de căldură (HW), atât pentru tendințele din perioada 1961-2025, cât și pentru anii 2025 și 2026.

Nopțile tropicale (TN > 20°C) prezintă una dintre cele mai puternice diferențieri spațiale dintre indicatorii analizați. În perioada 1961-2025 (Figura 9), creșterea este aproape nulă în numeroase județe din centrul țării, dar ajunge la +21 nopți în Constanța, +17 în Tulcea și +14 în Giurgiu. În 2025, Constanța a înregistrat 22 de nopți tropicale, Tulcea 19, Dolj 15, Giurgiu și Călărași 14 nopți tropicale, iar Mehedinți, Olt și Teleorman 13 nopți tropicale. Contrastul cu interiorul arcului carpatic este foarte puternic: Brașov, Harghita, Covasna, Sibiu și Alba au avut 0 nopți tropicale, iar multe județe din nord au avut doar 0-4. În 2026, până la data disponibilă (22.08.2026), Tulcea și Constanța au acumulat deja 15, respectiv 12 nopți tropicale, iar Arad 14 și Mehedinți 12. Distribuția indică un avantaj climatic evident al regiunilor joase din sud și sud-est pentru depășirea pragului nocturn de 20°C.

Explicația este legată, în primul rând, de climatologia temperaturii minime și de relief. Altitudinea mai mare și răcirea nocturnă eficientă limitează depășirea pragului fix de 20°C în centrul și în zonele montane, chiar și într-un climat în încălzire. În schimb, câmpiile joase din sud și est pornesc de la temperaturi minime estivale mai ridicate, astfel încât o deplasare a distribuției temperaturii spre valori mai mari produce rapid mai multe depășiri ale pragului de 20°C.

Studiile observaționale pentru România au documentat creșteri semnificative ale extremelor calde și ale nopților tropicale în regiunile extracarpatice (Busuioc et al., 2015; Nagavciuc et al., 2022; Antonescu et al., 2023). Persistența nopților calde este deosebit de relevantă pentru impact, deoarece reduce posibilitatea de răcire a organismului și a mediului construit după zilele foarte calde. Hărțile arată astfel că încălzirea nocturnă nu reprezintă doar o intensificare a valurilor de căldură existente, ci și o extindere a stresului termic pe întregul ciclu zi-noapte. Văzute în ansamblu, nopțile tropicale (TN > 20°C) reprezintă un indicator important al stresului termic deoarece arată că temperaturile ridicate persistă și în timpul nopții, limitând posibilitatea de recuperare după căldura acumulată în timpul zilei.

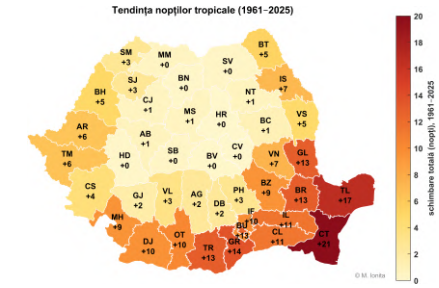

Fig.9.a.

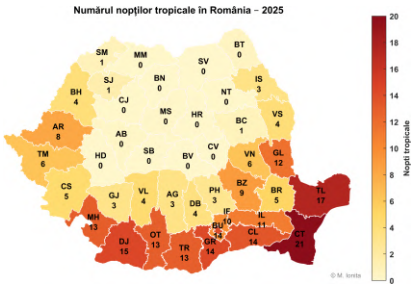

Fig.9.b.

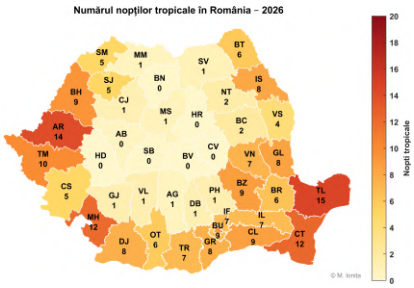

Fig.9.c.

Figura 9. Evoluția nopților tropicale (TN > 20°C) în România: (a) schimbarea estimată a numărului de nopți tropicale în perioada 1961-2025; (b) numărul nopților tropicale în 2025; (c) numărul nopților tropicale în 2026, pentru intervalul cu date disponibile. O noapte tropicală este definită prin temperatura minimă nocturnă (TN) de cel puțin 20°C. Perioada de analiză: 1961-2026. Pentru 2026, doar perioada 1.05 -22.08.2026 a fost disponibilă.
Sursa datelor: ANM.

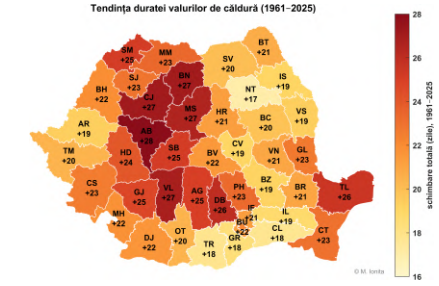

Fig.10.a.

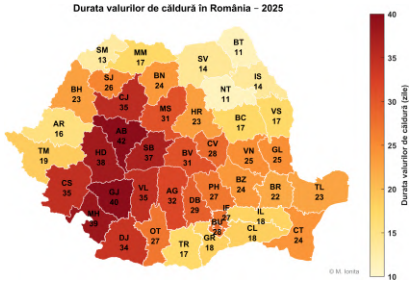

Fig.10.b.

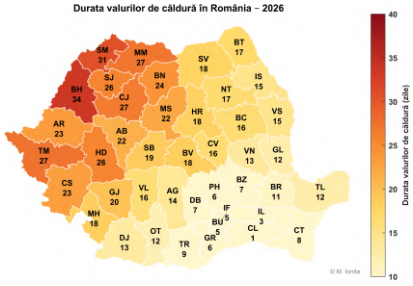

Fig.10.c.

Figura 10. Evoluția duratei valurilor de căldură în România. a) Tendința estimată pentru perioada 1961–2025, exprimată ca diferență totală în numărul de zile; b) durata valurilor de căldură în anul 2025; c) durata valurilor de căldură în 2026, pentru intervalul cu date disponibile (1.05-22.08.2026). Valorile sunt agregate la nivel de județ. Sursa datelor: ANM.

Durata valurilor de căldură a crescut în toate județele României în perioada 1961-2025, dar semnalul este clar neuniform spațial (Figura 10). Anul 2025 scoate și mai bine în evidență nucleul vestic și central: Alba a acumulat 42 de zile cu valuri de căldură, Gorj 40, Hunedoara 38, Sibiu 37, iar Caraș-Severin și Vâlcea câte 35 de zile. Prin comparație, în nord-est valorile au fost mult mai mici: 11 zile în Botoșani, 14 în Iași și 17 în Vaslui. În 2026, pentru intervalul cu date disponibile (1.05-22.08.2026), maximele sunt din nou în nord-vest și vest, cu 34 în Bihor, 31 în Satu Mare și 26 de zile în Sălaj, față de numai 8 zile în Constanța și 12 în Tulcea. Aceste valori arată că persistența episoadelor calde este în prezent deosebit de pronunțată în vestul și centrul României, chiar dacă maximele absolute de temperatură nu se concentrează neapărat în aceleași regiuni.

Acest contrast regional este important deoarece un val de căldură este definit prin depășirea unor praguri climatologice locale și prin persistența temperaturilor ridicate, nu exclusiv prin atingerea celor mai mari temperaturi absolute. Vestul și centrul României au, din punct de vedere climatologic, veri mai moderate decât sudul și estul; în consecință, o încălzire persistentă poate depăși mai ușor și pentru mai multe zile pragurile relative specifice acestor regiuni.

Carpații contribuie suplimentar la diferențierea regională prin modificarea circulației maselor de aer. În schimb, în regiunile extracarpatice din sud și est, climatul de vară este deja mai cald și mai continental, ceea ce favorizează atingerea unor praguri absolute foarte ridicate, fără ca schimbarea unui indice relativ de val de căldură să fie neapărat maximă acolo.

Numărul zilelor toride (TX > 30°C) (Figura 11) a crescut puternic în aproape întreaga țară între 1961 și 2025, dar cele mai mari schimbări se concentrează în sud. În 2025, sudul a avut un sezon excepțional: Dolj a ajuns la +80 de zile cu TX > 30°C, Olt la +75 de zile, Teleorman și Giurgiu la +78 de zile, Călărași la +75 de zile și Brăila la +70 de zile. Chiar și în vest și sud-vest au fost înregistrate valori foarte mari, precum +68 de zile în Mehedinți și +64 în Timiș. În 2026, până la momentul analizat (22.08.2026), maximele rămân în sud: Dolj +56 de zile, Teleorman și Giurgiu aproximativ 53-54 de zile, Călărași +53 de zile și Olt +50 de zile, față de numai +8 zile în Harghita și aproximativ 12-15 în Covasna și Brașov.

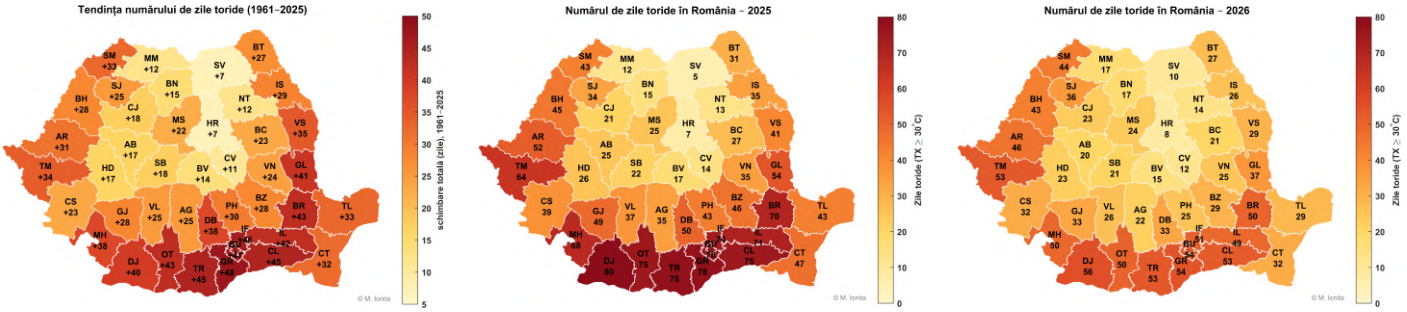

Fig.11.a. Fig.11.b. Fig.11.c.

Figura 11. Evoluția zilelor toride (TX > 30°C) în România: (a) schimbarea estimată a numărului de zile toride în perioada 1961-2025; (b) numărul zilelor toride în 2025; (c) numărul zilelor toride în 2026, pentru intervalul cu date disponibile. Zilele toride sunt definite prin temperatura maximă zilnică (TX) de cel puțin 30°C. Perioada de analiză: 1961-2026. Pentru 2026, doar perioada 1.05-18.08.2026 a fost disponibilă. Sursa datelor: ANM.

Compararea acestei figuri cu cea privind durata valurilor de căldură evidențiază diferența dintre un prag absolut și unul relativ. O zi cu 31°C este clasificată drept toridă oriunde în România, dar semnificația ei climatologică nu este aceeași într-o regiune în care astfel de temperaturi au fost istoric frecvente și într-o regiune cu veri mai răcoroase. De aceea, sudul și regiunile joase pot acumula un număr foarte mare de zile peste 30°C, în timp ce vestul și centrul pot prezenta o creștere mai accentuată a persistenței valurilor de căldură raportate la climatologia locală. Carpații separă parțial influențele oceanice din vest de climatul mai continental din est și sud-est și modulează advecția, nebulozitatea, precipitațiile și temperatura. Pentru regiunile extracarpatice au fost raportate creșteri puternice ale indicilor asociați zilelor calde și temperaturilor maxime extreme. Prin urmare, cele două tipuri de indicatori sunt complementare: zilele toride descriu expunerea la o temperatură absolută ridicată, iar valurile de căldură surprind caracterul anormal și persistent al căldurii în raport cu climatul local.

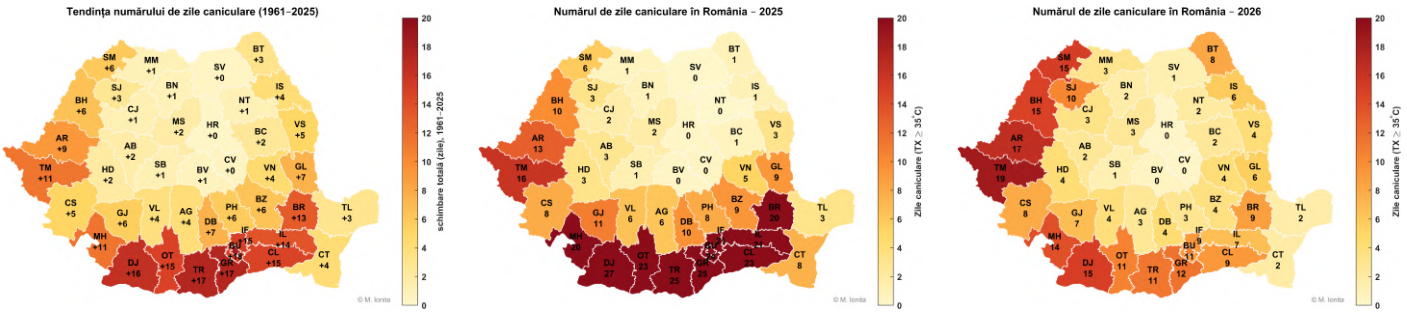

Fig.12.a. Fig.12.b. Fig.12.c.

Figura 12. Evoluția zilelor caniculare (TX > 35°C) în România: (a) schimbarea estimată a numărului de zile caniculare în perioada 1961-2025; (b) numărul zilelor caniculare în 2025; (c) numărul zilelor caniculare în 2026, pentru intervalul cu date disponibile. Zilele caniculare sunt definite prin temperatura maximă zilnică (TX) de cel puțin 35°C. Perioada de analiză: 1961-2026. Pentru 2026, doar perioada 1.05-18.08.2026 a fost disponibilă. Sursa datelor: ANM.

Temperaturile maxime zilnice de cel puțin 35°C caracterizează episoade de căldură diurnă foarte intensă și sunt utilizate aici pentru identificarea zilelor caniculare. Spre deosebire de definiția valurilor de căldură bazată pe percentila care stabilește un prag diferit pentru fiecare regiune în funcție de climatologia locală, pragul de 35°C este absolut și identic pentru întreg teritoriul României. Indicatorul permite astfel identificarea regiunilor în care temperaturile ating efectiv valori foarte ridicate, cu relevanță directă pentru stresul termic, sănătatea populației, agricultură, ecosisteme și cererea de energie pentru răcire. O zi cu 33-34°C poate reprezenta o anomalie termică foarte mare într-o regiune mai rece și poate face parte dintr-un val de căldură, dar nu este clasificată drept zi canicular conform pragului utilizat aici. Pragul de 35°C selectează cele mai severe extreme termice diurne și produce o distribuție spațială mult mai concentrată decât pragul de 30°C.

În perioada 1961-2025 (Figura 12), cele mai mari creșteri ale zilelor caniculare apar în sud. În schimb, în centrul și nordul țării, schimbarea este foarte mică, de numai 0-2 zile în majoritatea județelor. În 2025, nucleul extremelor de temperatură maximă a fost foarte clar situat în Câmpia Română, iar estul și mai ales nord-estul nu reprezintă maximul național al acestui indicator.

Distribuția spațială a diferiților indicatori ai temperaturilor extreme și ai valurilor de căldură confirmă că intensitatea extremelor termice și persistența valurilor de căldură nu sunt sinonime. Pragurile absolute de 35°C sunt depășite mai frecvent în regiunile joase și climatologic mai calde, în special în Câmpia Română și, în anumite veri, în Câmpia de Vest. În est și sud-est, mișcările de aer cald și uscat dinspre sud și est, deficitul de precipitații și continentalitatea pot amplifica temperaturile maxime. Totuși, harta (Figura 12) arată că pentru pragul foarte ridicat de 35°C maximul nu este „estul” în ansamblu, ci mai ales sudul și sud-vestul, cu contribuții importante în sud-est în anumiți ani. În același timp, indicii de valuri de căldură bazați un prag relativ, în acest caz percentila de 90, pot crește mai mult în vest și centru, deoarece măsoară abaterea față de climatologia locală. Această distincție este esențială pentru comunicarea riscului: un teritoriu poate avea o schimbare relativă foarte mare a valurilor de căldură fără să dețină recordurile naționale de temperatură maximă.

Evoluția temperaturilor și a valurilor de căldură: viitor

Această analiză examinează previziunile privind schimbările climatice în România pentru două perioade viitoare: 2041-2070 și 2071-2100, comparativ cu perioada de referință 1971-2000. Am folosit mai multe modele climatice în contextul a două scenarii de emisii: unul cu emisii medii (RCP4.5) și altul cu emisii ridicate (RCP8.5) (Dumitrescu et al., 2023). Scenariul cu emisii medii presupune o reducere substanțială a emisiilor până la sfârșitul secolului, în timp ce scenariul cu emisii ridicate presupune o continuă creștere a acestora. Aceste două scenarii ne permit să analizăm diferențele de impact asupra climei în funcție de nivelul de emisii. În perioada 2041-2070, diferențele dintre cele două scenarii sunt relativ mici, permițând o comparație pe termen scurt. Însă până la sfârșitul secolului (2071-2100), răspunsurile climatice ale celor două scenarii devin semnificativ diferite. Pe termen lung, vom avea nevoie de măsuri agresive de atenuare a emisiilor pentru a reduce impactul schimbărilor climatice.

Înainte de analizarea schimbărilor proiectate ale valurilor de căldură, este necesară evaluarea evoluției temperaturii medii care constituie fondul climatic al acestor extreme. Figura 13 prezintă evoluția anomaliilor temperaturii medii în România, separat pentru fiecare anotimp și pentru media anuală, pe baza observațiilor și a ansamblului de simulări EURO-CORDEX (Dumitrescu et al., 2023). Anomaliile sunt calculate în raport cu perioada de referință 1971-2000. Observațiile indică o încălzire evidentă în toate anotimpurile, devenită mai pronunțată după aproximativ 1980-1990. Simulările climatice reproduc direcția generală a schimbării și indică o continuare a încălzirii pe tot parcursul secolului al 21-lea. Diferențele dintre cele două scenarii sunt relativ moderate în primele decenii, dar se amplifică după mijlocul secolului, devenind foarte pronunțate în perioada 2071-2100.

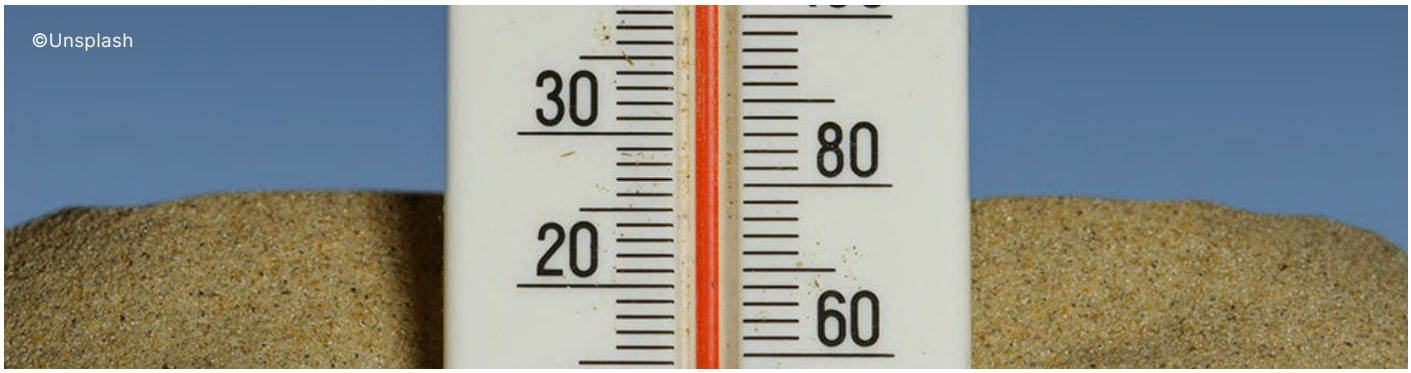

Fig.13.a.

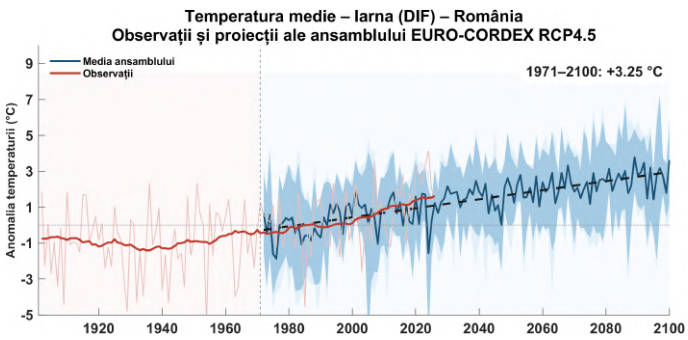

Fig.13.b.

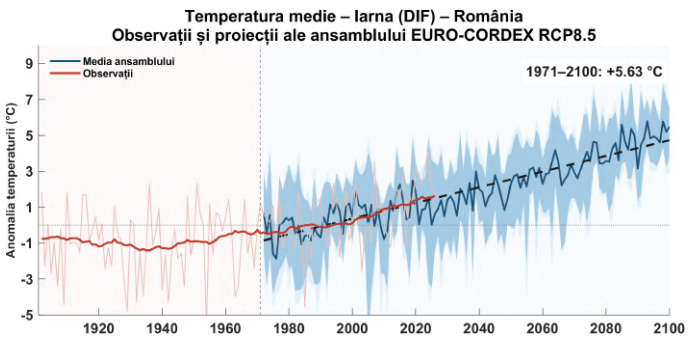

Fig.13.c.

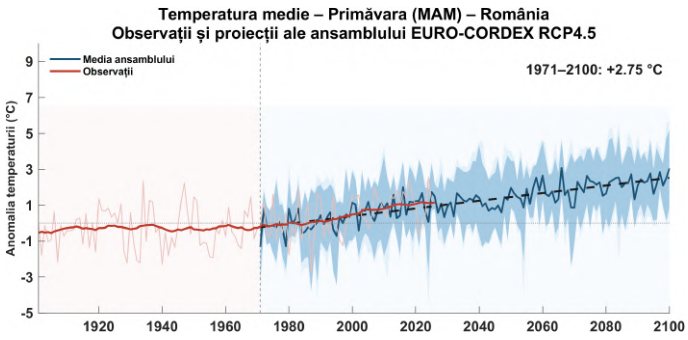

Fig.13.d.

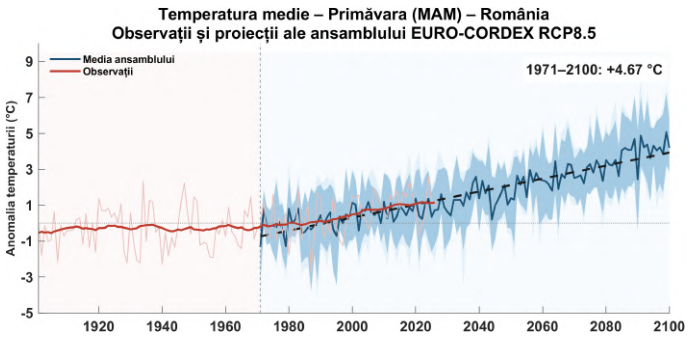

Fig.13.e.

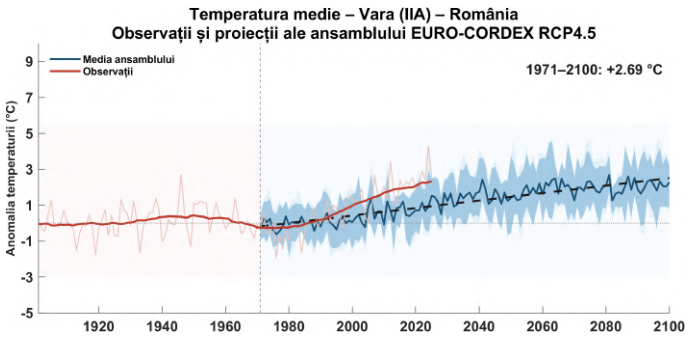

Fig.13.f.

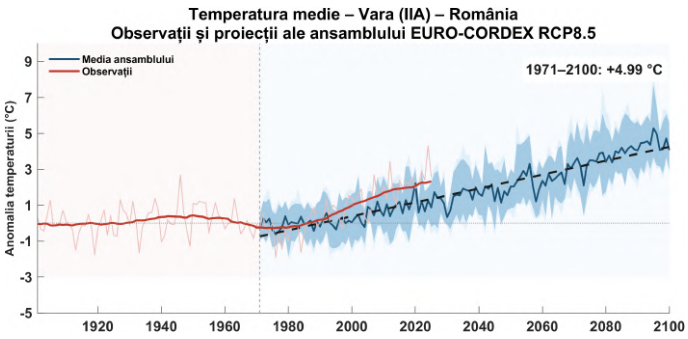

Fig.13.g.

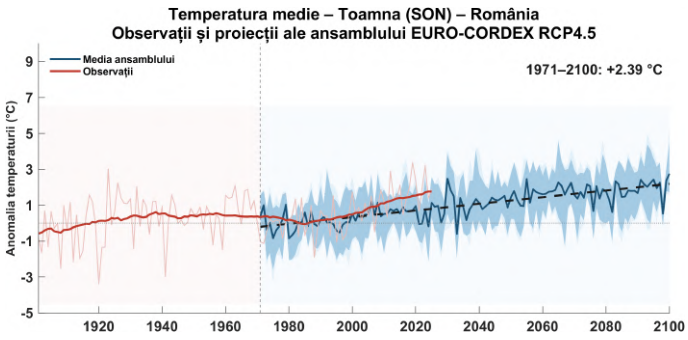

Fig.13.h.

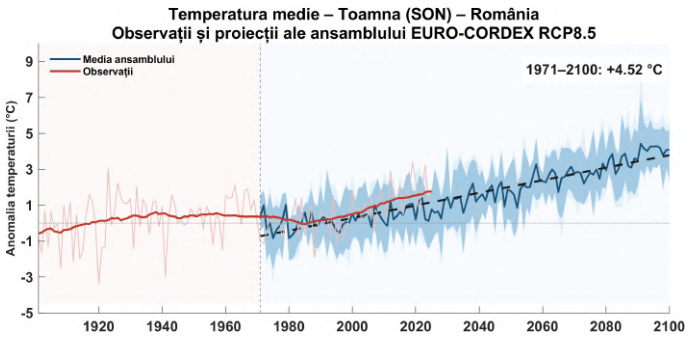

Fig.13.i.

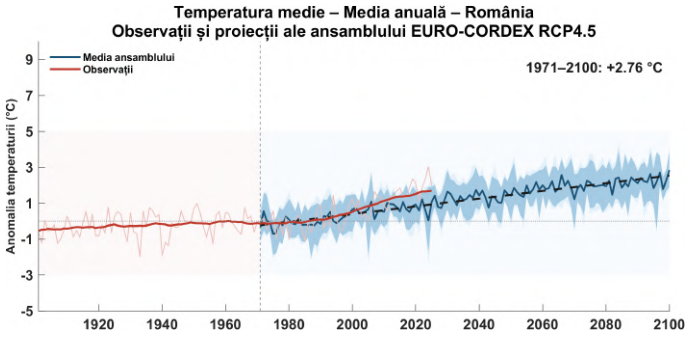

Fig.13.j.

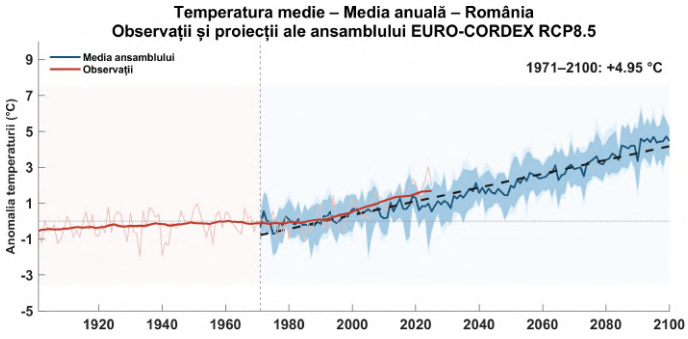

Figura 13. Evoluția anomaliilor temperaturii medii în România pentru iarnă (DIF, a, b), primăvară (MAM, c, d), vară (IIA, e, f), toamnă (SON, g, h) și media anuală (i, j). Figurile din stânga prezintă scenariul RCP4.5, iar cele din dreapta prezintă scenariul RCP8.5. Anomaliile sunt calculate față de perioada de referință 1971–2000. Liniile roșii reprezintă observațiile și media glisantă pe 30 de ani, iar liniile închise la culoare indică media ansamblului EURO-CORDEX.

În scenariul RCP4.5 (prima coloană în Figura 13), schimbarea liniară estimată pentru perioada 1971–2100 este de aproximativ +3,25°C iarna, +2,75°C primăvara, +2,69°C vara și +2,39°C toamna. Pentru temperatura medie anuală, schimbarea totală este de aproximativ +2,76°C. Încălzirea continuă pe tot parcursul perioadei, dar ritmul său devine mai moderat în ultimele decenii ale secolului, în concordanță cu stabilizarea relativă asociată acestui scenariu. Inclusiv într-un scenariu cu emisii intermediare, clima României va rămâne considerabil mai caldă decât cea din perioada 1971-2000. Încălzirea cea mai mare este proiectată pentru iarnă, iar cea mai redusă pentru toamnă.

În scenariul RCP8.5, creșterea temperaturii devine mult mai accentuată, în special după anul 2050. Pentru perioada 1971-2100, schimbarea liniară totală este estimată la aproximativ +5,63°C iarna, +4,67°C primăvara, +4,99°C vara și +4,52°C toamna. Temperatura medie anuală prezintă o schimbare de aproximativ +4,95°C. Spre deosebire de RCP4.5, curbele nu indică o stabilizare către sfârșitul secolului, ci o continuare a încălzirii până în 2100. Intervalele dintre membrii ansamblului (regiunea albastră) se lărgesc către sfârșitul secolului, ceea ce reflectă incertitudinea asociată răspunsului diferitelor modele. Totuși, chiar și limitele inferioare ale ansamblului indică o încălzire substanțială în toate anotimpurile.

Comparația dintre scenarii arată că diferențele sunt importante nu numai pentru media anuală, ci și pentru distribuția sezonieră a încălzirii. În RCP4.5, iarna prezintă cea mai mare schimbare, în timp ce vara și toamna au creșteri ceva mai moderate. În RCP8.5, încălzirea devine mai uniformă pe parcursul anului, dar rămâne deosebit de puternică iarna și vara. Creșterea temperaturilor estivale este direct relevantă pentru valurile de căldură, evapotranspirație, umiditatea solului și necesarul de apă, în timp ce încălzirea iernilor poate modifica durata stratului de zăpadă, acumularea apei în formă solidă și momentul alimentării râurilor. Diferența dintre cele două scenarii este de aproximativ 2,2°C pentru schimbarea temperaturii medii anuale până în 2100. La nivel sezonier, cea mai mare diferență apare iarna, când schimbarea proiectată în RCP8.5 o depășește cu aproximativ 2,38°C pe cea din RCP4.5. Pentru vară, diferența este de aproximativ 2,30°C. Aceste contraste arată că evoluția emisiilor poate modifica substanțial magnitudinea încălzirii, chiar dacă o anumită creștere a temperaturii este proiectată în ambele scenarii.

În ceea ce privește evoluția temporală a frecvenței valurilor de căldură (Figura 14), mediate la nivel de țară, cele două scenarii sunt relativ apropiate în primele decenii ale proiecției, ceea ce reflectă atât inerția sistemului climatic, cât și faptul că diferența de forțare radiativă dintre RCP4.5 și RCP8.5 devine mult mai mare după mijlocul secolului. În RCP4.5, media națională crește puternic după aproximativ 2020-2030, dar spre sfârșitul secolului oscilează în general în jurul a 60-80 zile/an, cu anumiți ani care pot depăși 100 de zile.

În RCP8.5, creșterea devine mult mai accentuată după aproximativ 2050-2060, iar după 2080 media națională se situează frecvent la 120-145 zile/an. Acest nivel înseamnă că o parte foarte mare a sezonului cald poate fi clasificată drept perioadă de val de căldură continuă, în raport cu pragurile climatologice istorice.

Sub RCP8.5, încălzirea de fond deplasează distribuția zilnică a temperaturii suficient de mult, încât depășirile pragurilor istorice nu mai apar doar în episoade scurte și izolate, ci tind să ocupe secvențe tot mai lungi din vară. Acest comportament este consistent cu literatura privind creșterea neliniară a duratei valurilor de căldură odată cu încălzirea regională: fiecare creștere suplimentară de încălzire poate mări disproporționat probabilitatea și durata episoadelor lungi.

Diferența dintre ~+60 zile/an în RCP4.5 și ~+140 zile/an în RCP8.5 la sfârșitul secolului este deosebit de relevantă din punct de vedere al impactului. Ea arată că reducerea forțării radiative limitează substanțial acumularea de zile cu căldură persistentă, chiar dacă nu elimină creșterea față de climatul istoric. Fizic, răspunsul este dominat de deplasarea temperaturii medii către valori mai mari, peste care se suprapune variabilitatea vremii. Când pragurile de val de căldură sunt raportate la 1971-2000, o încălzire puternică face ca aceeași variabilitate sinoptică să producă mult mai multe zile deasupra pragului. Persistența poate fi amplificată suplimentar de feedback-uri sol-atmosferă în perioadele uscate, când reducerea evapotranspirației favorizează o fracție mai mare a energiei disponibile pentru încălzirea sensibilă a aerului.

Fig.14.a.

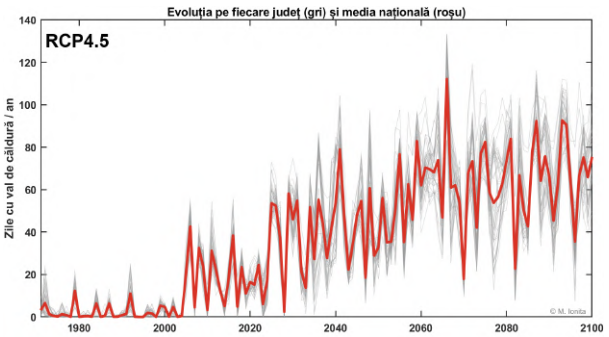

Fig.14.b.

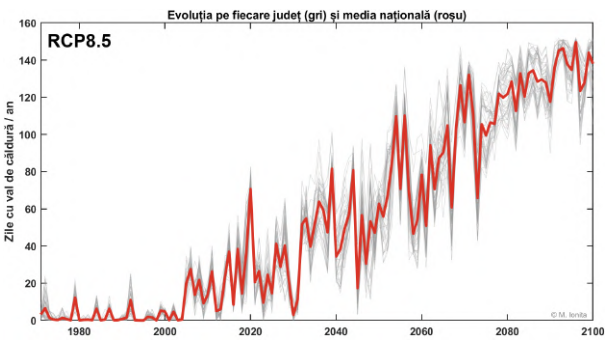

Figura 14. Evoluția anuală a numărului de zile cu val de căldură în România pentru scenariile RCP4.5 (sus) și RCP8.5 (jos). Liniile gri reprezintă valorile la nivel de județ, iar linia roșie reprezintă media națională. Perioada istorică și proiecțiile sunt prezentate pe aceeași scară temporală pentru a evidenția divergența dintre scenarii după mijlocul secolului 21.

Figura 15 prezintă schimbarea proiectată a numărului anual de zile care fac parte din valuri de căldură, comparativ cu climatul de referință 1971-2000. Sunt analizate două scenarii de emisii, RCP4.5 și RCP8.5, și două intervale viitoare, 2041-2070 și 2071-2100. Indicatorul este relevant deoarece nu arată doar cât de ridicate pot deveni temperaturile, ci mai ales cât timp pot persista condițiile de căldură extremă.

Rezultatele indică o creștere substanțială a duratei cumulate a valurilor de căldură în toate regiunile României, însă amplitudinea schimbării depinde puternic de scenariul climatic și de perioada analizată. În scenariul RCP4.5, pentru 2041-2070 creșterea medie la nivelul României este de aproximativ +51 zile/an. Diferențele regionale sunt încă relativ moderate, valorile fiind în general de aproximativ +40–60 zile/an, dar cu creșteri mai mari în sud și sud-est. Spre sfârșitul secolului (2071-2100), media națională crește la aproximativ +63 zile/an, iar contrastul spațial devine mai pronunțat, mai ales în sud-est.

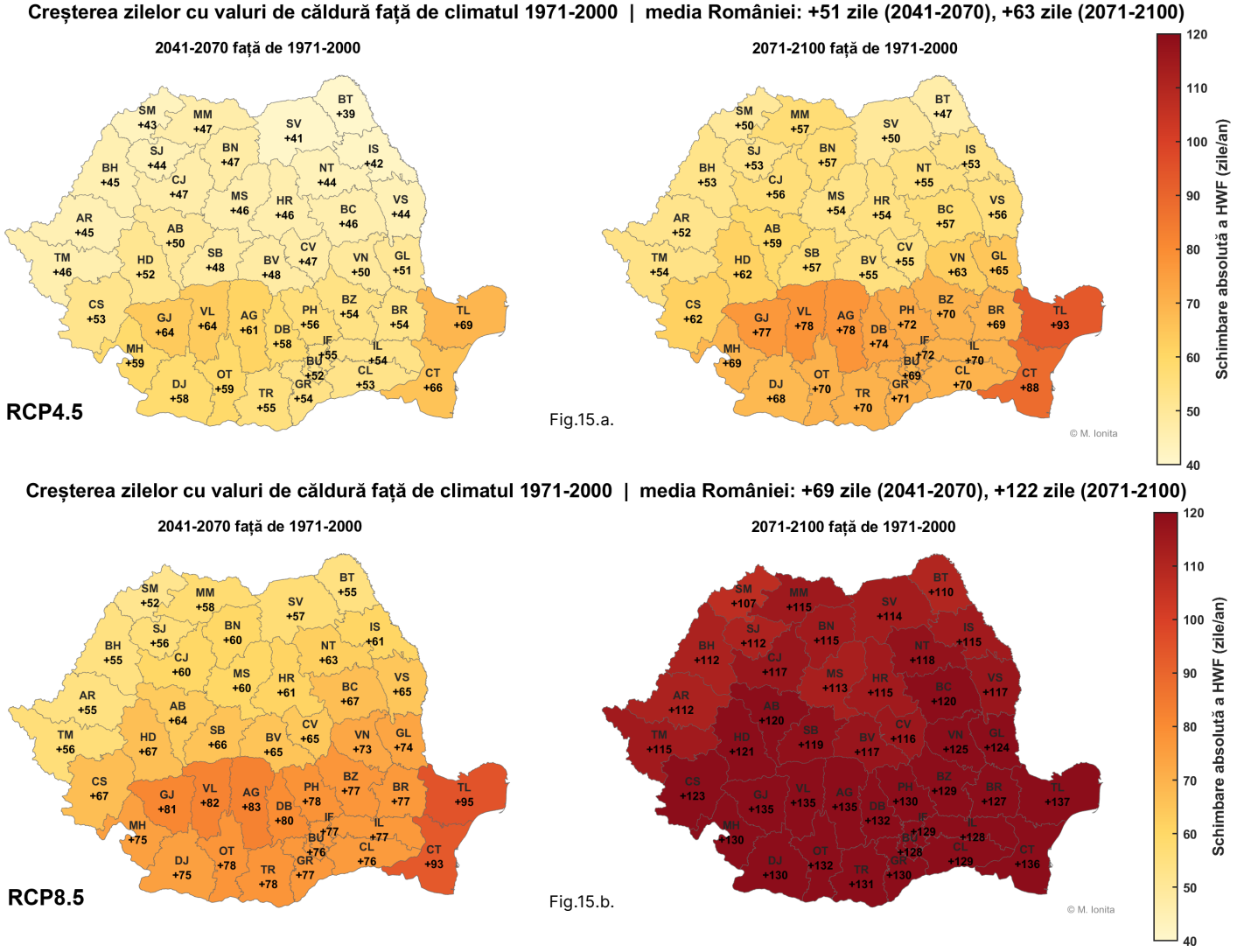

Figura 15. Schimbarea proiectată a numărului anual de zile cu val de căldură în România față de climatul 1971-2000, pentru RCP4.5 (sus) și RCP8.5 (jos), în perioadele 2041-2070 (stânga) și 2071-2100 (dreapta). Media națională a schimbării este de aproximativ +51 și +63 zile/an în RCP4.5, respectiv +69 și +122 zile/an în RCP8.5.

Pentru scenariul RCP8.5 (Figura 15b), în intervalul 2041-2070, creșterea medie la nivelul României este de aproximativ 69 de zile, cu valori mai reduse în nord și nord-vest și mai ridicate în sud-est, unde depășesc local 90 de zile. Spre sfârșitul secolului (2071-2100), diferențele regionale se estompează, iar intensificarea devine severă pe întreg teritoriul țării. Creșterea medie ajunge la aproximativ 122 de zile, cu valori între circa 107 zile în nord și 137 de zile în sud-est. Rezultatele arată că în absența unei reduceri substanțiale a emisiilor, zilele afectate de valuri de căldură ar putea ocupa o parte considerabilă a sezonului cald, cu implicații majore pentru sănătate, agricultură, ecosisteme, resursele de apă și consumul de energie.

Figura 16 prezintă schimbarea proiectată a numărului anual de valuri de căldură, față de climatul de referință 1971-2000, pentru scenariile RCP4.5 și RCP8.5 și pentru perioadele 2041-2070 și 2071-2100. Aceasta arată câte evenimente distincte de val de căldură se produc într-un an. Cei doi indicatori trebuie interpretați împreună: un număr mai mare de zile cu val de căldură nu implică în mod necesar și un număr mai mare de evenimente. Aceleași zile pot fi distribuite în numeroase episoade relativ scurte sau, dimpotrivă, pot forma câteva valuri de căldură foarte lungi.

În scenariul RCP4.5, schimbarea este relativ uniformă și indică o creștere a frecvenței evenimentelor în întreaga țară. Pentru 2041-2070, media națională este de aproximativ +5 valuri de căldură/an, majoritatea județelor înregistrând creșteri de +4 până la +6 evenimente. Spre sfârșitul secolului, creșterea medie ajunge la aproximativ +6 evenimente/an, iar în sudul și sud-estul țării sunt proiectate local aproximativ +7 evenimente/an.

Pentru RCP8.5, situația este diferită. În perioada 2041-2070, creșterea este de aproximativ +5 evenimente/an la nivel național, cu valori de +5-6 evenimente în cea mai mare parte a țării. În perioada 2071-2100 apare însă un contrast spațial foarte pronunțat: în nord și nord-vest se mențin creșteri de aproximativ +5-6 valuri/an, în timp ce în sud și sud-est schimbarea scade la numai aproximativ +3-4 evenimente/an. De exemplu, în nord sunt proiectate valori de +6 evenimente în județe precum Satu Mare, Maramureș, Suceava sau Botoșani, în timp ce în numeroase județe sudice creșterea este de numai +3-4 evenimente. Această aparentă scădere a numărului de valuri de căldură din sud nu indică o reducere a temperaturilor extreme. Dimpotrivă, comparația cu Figura 15 arată exact contrariul. În RCP8.5, pentru 2071-2100, numărul total de zile cu val de căldură crește în medie cu aproximativ +122 zile/an, iar în sud valorile ajung frecvent la aproximativ +125-135 zile/an. Prin urmare, sudul României ajunge să aibă mai puține evenimente distincte, dar valuri de căldură mult mai lungi.

Explicația este legată de modul în care sunt delimitate evenimentele. Pentru ca două valuri de căldură să fie considerate evenimente separate, trebuie să existe între ele o întrerupere suficientă a condițiilor foarte calde. Într-un climat puternic încălzit, cum este cel proiectat pentru sfârșitul secolului în RCP8.5, zilele relativ mai răcoroase care separă în prezent episoadele de căldură devin tot mai rare, în special în regiunile sudice, climatologic mai calde. Perioade care în climatul actual ar fi fost identificate drept două sau trei valuri de căldură distincte pot deveni astfel un singur episod foarte lung și persistent. Numărul evenimentelor poate, prin urmare, să se stabilizeze sau chiar să scadă, concomitent cu o creștere foarte mare a duratei lor totale. Contrastul nord–sud din RCP8.5 poate fi interpretat în același mod. În nordul României, climatul de fond rămâne suficient de moderat încât episoadele foarte calde să fie încă întrerupte mai frecvent de perioade mai răcoroase. Încălzirea produce astfel mai multe depășiri ale pragului TX90p, care continuă să apară sub forma unor evenimente distincte, ceea ce explică menținerea unei creșteri de aproximativ +5-6 valuri/an. În sud, unde încălzirea și durata cumulată a căldurii extreme sunt mult mai mari, aceste întreruperi devin mai rare, iar evenimentele tind să se unească. Astfel, gradientul nord-sud, cu mai multe evenimente distincte în nord și mai puține în sud, reflectă în primul rând o schimbare a persistenței și structurii temporale a valurilor de căldură, nu o intensificare mai slabă a căldurii în sud.

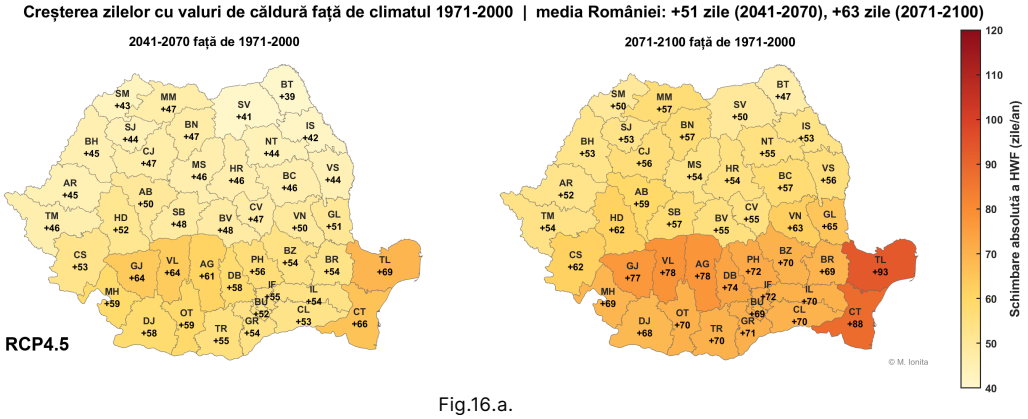

Fig.16.a.

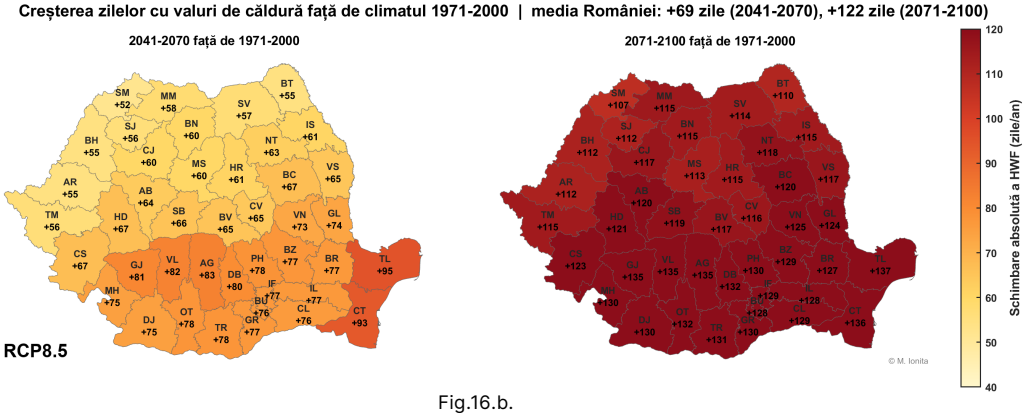

Fig.16.b.

Figura 16. Schimbarea proiectată a numărului anual de valuri de căldură în România față de climatul 1971-2000, pentru RCP4.5 (sus) și RCP8.5 (jos), în perioadele 2041-2070 (stânga) și 2071-2100 (dreapta). Media națională a schimbării este de aproximativ +5 și +6 evenimente/an în RCP4.5, respectiv +5 și +5 evenimente/an în RCP8.5. Numărul de evenimente trebuie interpretat împreună cu durata totală a zilelor de val de căldură.

Acesta este unul dintre cele mai importante rezultate ale celor două figuri analizate împreună. În RCP8.5, spre sfârșitul secolului, frecvența evenimentelor luată separat poate deveni un indicator înșelător al severității schimbării. Sudul țării poate înregistra o creștere de numai aproximativ +3-4 valuri de căldură/an, dar simultan peste +120-130 zile suplimentare/an incluse în astfel de episoade. Mesajul nu este, așadar, că valurile de căldură devin mai puțin importante în sud, ci exact invers: ele devin atât de persistente încât evenimente care anterior erau separate tind să se contopească în perioade foarte lungi de căldură extremă.

Există și o componentă fizică, nu doar una statistică. Încălzirea de fond ridică «platforma» termică pe care acționează anomaliile sinoptice, iar persistența temperaturilor ridicate poate fi susținută de circulații de tip anticiclonic, mase de aer cald și tendințe de uscare a solului. În consecință, sub RCP8.5 sistemul tinde să treacă de la un regim cu mai multe episoade calde separate de intervale relativ răcoroase la un regim dominat de perioade foarte lungi, aproape continue, de depășire a pragului. De aceea, pentru evaluarea riscului, numărul de valuri de căldură nu trebuie interpretat izolat: în acest caz, indicatorii mai relevanți pentru severitatea schimbării sunt numărul total de zile cu val de căldură, durata medie/maximă a evenimentelor și intensitatea lor. Scăderea numărului de evenimente în RCP8.5 este astfel un semn al prelungirii episoadelor, nu al unei ameliorări climatice.

Concluzii

Analiza observațiilor din perioada 1901-2025 și a indicilor zilnici calculați pentru intervalul 1961–2026 evidențiază o încălzire clară și generalizată a climei României. Anul 2025 s-a clasat pe locul al cincilea printre cei mai calzi ani ai seriei naționale, iar anomaliile temperaturii medii au fost pozitive la toate stațiile analizate. Tendințele pentru perioada 1961-2025 sunt pozitive și semnificative statistic pentru temperatura medie, maximă și minimă, ceea ce arată că încălzirea nu este limitată la anumite regiuni sau la un singur segment al distribuției temperaturii.

Valurile de căldură au devenit mai frecvente, mai lungi și mai severe, iar numărul total de zile incluse în asemenea evenimente a crescut mai puternic decât numărul evenimentelor individuale. Această evoluție indică o extindere temporală a căldurii extreme: o parte tot mai mare a sezonului cald este ocupată de perioade în care temperaturile depășesc persistent pragurile climatologice locale. Concentrarea celor mai severe evenimente după anul 2000 și accelerarea recentă a indicatorilor de durată și severitate sunt în concordanță cu intensificarea regională a valurilor de căldură observată în Europa și cu rolul încălzirii antropice în creșterea probabilității extremelor calde (IPCC, 2021; Antonescu et al., 2023; Ionita et al., 2024, 2025; Ionita and Nagavciuc, 2025, 2026b; Nagavciuc and Ionita, 2026).

Analiza spațială arată că încălzirea produce forme diferite de expunere în regiunile României. Câmpia Română și sud-vestul țării înregistrează cele mai mari depășiri ale pragurilor absolute de 30 și 35°C, în timp ce sud-estul se remarcă prin frecvența ridicată a nopților tropicale. În vestul și centrul țării, indicii definiți în raport cu climatologia locală evidențiază o creștere puternică a persistenței valurilor de căldură, chiar dacă temperaturile maxime absolute nu ating întotdeauna valorile din sud. Riscul climatic trebuie, prin urmare, evaluat regional și prin utilizarea simultană a indicatorilor de intensitate diurnă, căldură nocturnă, durată și severitate cumulată.

Implicațiile pentru sănătatea populației sunt importante deoarece efectele temperaturilor ridicate se acumulează pe durata evenimentelor. Căldura extremă solicită sistemul de termoreglare și crește riscul de deshidratare, epuizare termică și agravare a afecțiunilor cardiovasculare, respiratorii și renale. Persoanele în vârstă, copiii, femeile însărcinate, persoanele cu boli cronice și lucrătorii expuși în aer liber prezintă o vulnerabilitate mai ridicată. Nopțile tropicale sunt deosebit de relevante, deoarece limitează recuperarea fiziologică după temperaturile ridicate din timpul zilei. Succesiunea unor zile caniculare și a unor nopți foarte calde poate produce astfel o expunere aproape continuă la stres termic. Cercetările epidemiologice arată că valurile de căldură sunt asociate cu o creștere a mortalității și a internărilor, iar planurile de acțiune pentru canicula, sistemele de avertizare timpurie și intervențiile adresate populațiilor vulnerabile reprezintă măsuri eficiente de adaptare.

În agricultură, efectele depind atât de intensitatea temperaturilor, cât și de momentul apariției acestora în raport cu fazele de dezvoltare ale culturilor. Temperaturile foarte ridicate din perioadele de înflorire, polenizare sau umplere a bobului pot reduce fertilitatea, accelera maturarea și diminua producția. În același timp, creșterea

temperaturii mărește evapotranspirația și necesarul de apă al culturilor. Atunci când valurile de căldură coincid cu un deficit de precipitații și cu umiditate redusă a solului, stresul termic și cel hidric se amplifică reciproc, iar pierderile pot deveni mult mai mari decât în cazul producerii separate a celor două extreme. Creșterea frecvenței evenimentelor compuse de căldură și secetă reprezintă, astfel, un risc major pentru producția agricolă, irigații, zootehnie și stabilitatea veniturilor din mediul rural. Pentru agricultură, adaptarea presupune, prin urmare, mai mult decât extinderea irigațiilor. Sunt necesare gestionarea mai eficientă a apei, adaptarea calendarului lucrărilor agricole, utilizarea soiurilor și hibrizilor toleranți la căldură și secetă, protejarea solului prin menținerea materiei organice și reducerea evaporării, precum și diversificarea culturilor. Extinderea irigațiilor fără integrarea disponibilității viitoare a apei poate transfera riscul dinspre agricultură către râuri, ecosisteme și alimentarea localităților.

Creșterea temperaturii și prelungirea perioadelor uscate au implicații directe și pentru resursele de apă. Evapotranspirația mai mare accelerează pierderea apei din sol, lacuri și rezervoare, iar precipitațiile care urmează unui episod secetos nu refac imediat rezervele din sol și apele subterane. În anii în care căldura se suprapune cu seceta meteorologică, debitele râurilor pot scădea puternic, afectând alimentarea cu apă, irigațiile, navigația, producția hidroenergetică și funcționarea instalațiilor care depind de apă pentru răcire. Experiența europeană arată că evenimentele compuse cald-uscat pot produce simultan reducerea recoltelor, restricții de navigație, scăderea producției hidroenergetice, incendii și dificultăți în alimentarea cu apă (Ionita and Nagavciuc, 2021, 2026b; Ionita et al., 2021; Seneviratne et al., 2021; Doshi et al., 2023).

În mediul urban, efectele încălzirii sunt amplificate de insula de căldură, de suprafețele impermeabile și de ventilarea insuficientă. Clădirile și infrastructura acumulează căldură în timpul zilei și o eliberează noaptea, accentuând temperaturile nocturne și reducând posibilitatea de recuperare. Cartierele cu puține spații verzi, locuințele slab izolate și gospodăriile fără acces la răcire sunt cele mai expuse. Adaptarea urbană trebuie să includă extinderea vegetației și a suprafețelor umbrite, protejarea arborilor maturi, utilizarea materialelor cu absorbție redusă a radiației, crearea unor spații publice de răcorire și adaptarea clădirilor, fără a transfera întreaga soluție către climatizare și consum suplimentar de energie. Sistemul energetic este afectat de creșterea simultană a cererii de electricitate pentru răcire și reducerea eficienței unor componente ale producției și transportului energiei. În perioadele foarte calde, consumul poate atinge maxime tocmai atunci când debitele râurilor și disponibilitatea apei pentru răcire sunt reduse. În plus, temperaturile ridicate pot afecta infrastructura de transport, condițiile de muncă și productivitatea, în special pentru activitățile desfășurate în exterior. Evaluarea riscului trebuie să țină cont de aceste efecte în cascadă, nu numai de temperatura maximă înregistrată.

Proiecțiile climatice arată că valurile de căldură vor continua să se intensifice în toate scenariile analizate, dar diferențele dintre scenarii devin foarte mari după mijlocul secolului. În scenariul RCP8.5, creșterea numărului total de zile incluse în valuri de căldură este aproape dublă față de RCP4.5 la sfârșitul secolului. În regiunile sudice, episoadele pot deveni atât de persistente încât evenimente care în climatul actual sunt separate tind să se unească în perioade foarte lungi de căldură. Din acest motiv, numărul evenimentelor poate deveni un indicator insuficient sau chiar aparent contradictoriu: o creștere mai mică a numărului de valuri poate coexista cu o creștere foarte mare a duratei totale și a severității. Rezultatele evidențiază necesitatea combinării măsurilor de reducere a emisiilor cu adaptarea sectorială și teritorială. Reducerea emisiilor nu va elimina complet intensificarea căldurii extreme, dar poate limita substanțial amploarea schimbărilor în a doua jumătate a secolului. În același timp, adaptarea trebuie diferențiată regional: protecția populației și reducerea căldurii urbane sunt prioritare în orașe, gestionarea apei și adaptarea culturilor sunt esențiale în regiunile agricole, iar conservarea conectivității habitatelor și reducerea presiunilor suplimentare sunt necesare pentru ecosisteme.



Autori



Mihai Adamescu

CAPITOLE
→ Cap.7: Vara în care fluviul și-a arătat limitele: de la oprirea centralei de la Cernavodă la decalajul de restaurare a luncilor Dunării

Este cercetător științific principal la Universitatea din București și, din 2017, director al Centrului de Cercetare în Ecologie a Sistemelor și Sustenabilitate, precum și coordonator al Stației de Cercetare Brăila. Interesele sale profesionale vizează în principal ecologia râurilor mari; aplicarea ecologiei sistemice la sustenabilitate; rețele de senzori și monitorizare de înaltă frecvență pentru sisteme complexe; dinamica și productivitatea ecosistemelor acvatice dulcicole; eutrofizarea și impactul acesteia; rolul funcțional al zonelor umede; dinamica populațiilor de fitoplancton; elaborarea planurilor integrate de management și a opțiunilor de conservare a biodiversității; comunicarea științei către publicul larg. Coordonează echipa României în trei proiecte finanțate prin programul Horizon 2020: eLTER, ESMERALDA și Advanced eLTER. A contribuit la elaborarea a 10 planuri de management pentru situri Natura 2000 și pentru Parcul Natural Insula Mică a Brăilei, în cadrul unui proiect LIFE-Natura. Dr. Adamescu este membru al Comitetului Național pentru Combaterea Secetei, Degradării Terenurilor și Deșertificării din România. A publicat peste 40 de articole științifice și a contribuit la redactarea a 6 volume.



Vlad Amihăesei

CAPITOLE
→ Cap.7: Vara în care fluviul și-a arătat limitele: de la oprirea centralei de la Cernavodă la decalajul de restaurare a luncilor Dunării

Este cercetător în domeniul climatologiei, specializat în studiul variabilității și monitorizării climatice, al dinamicii stratului de zăpadă și al cartografierii fenomenelor climatice. Activitatea sa științifică se concentrează asupra variabilității climatice la scară regională, evoluției stratului de zăpadă, monitorizării secetei și analizei fenomenelor meteorologice extreme din România. În cercetările sale, îmbină metode statistice de analiză a tendințelor climatice cu observații in situ, date de teledetecție și simulări realizate cu ajutorul modelelor climatice regionale. Prin această abordare integrată, urmărește să aprofundeze înțelegerea schimbărilor climatice observate și să contribuie la evaluarea riscurilor climatice viitoare.



Bogdan Antonescu

CAPITOLE
→ Cap.3: Furtunile severe din România în contextul schimbărilor climatice
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este cercetător în domeniul meteorologiei și al climatologiei, lector la Facultatea de Fizică a Universității din București și cercetător la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului, cu expertiză în studiul furtunilor severe și al fenomenelor meteorologice extreme în contextul schimbărilor climatice. Printre contribuțiile sale se numără dezvoltarea primei climatologii a tornadelor din România și a unei climatologii detaliate a tornadelor din Europa. Bogdan este implicat în proiecte de cercetare și colaborează cu instituții academice și de cercetare pentru a studia impactul schimbărilor climatice asupra fenomenelor meteorologice extreme. De asemenea, este implicat activ în comunicarea științei, promovând înțelegerea publică a schimbărilor climatice și a impactului acestora asupra fenomenelor extreme.



Gabriel Bădescu

CAPITOLE
→ Cap.14: Ce știu și ce cred adolescenții din România despre schimbările climatice?

Profesor universitar de științe politice și director al Centrului de Studiu al Democrației, Universitatea Babeș-Bolyai, cu experiență în tranzițiile democratice și economice, capitalul social, politicile educaționale, socializarea tinerilor, inegalitatea veniturilor și migrația.



Adrian Gheorghe Bășa

CAPITOLE
→ Cap.6: Schimbările climatice și agricultura în România

Conferențiar universitar în cadrul Facultății de Agricultură a Universității de Științe Agronomice și Medicină Veterinară din București și director al Departamentului Științele Plantelor. Deține titlul de doctor în domeniul Agronomie, activitatea sa academică și de cercetare fiind orientată spre fitotehnie, consultanță agricolă și managementul riscurilor în agricultură. Domeniile sale principale de expertiză includ tehnologia culturilor de câmp, evaluarea răspunsului plantelor la factorii de mediu, fertilizarea și optimizarea elementelor tehnologice, precum și consultanța și expertiza agricolă. Cercetările sale vizează în special culturile de floarea-soarelui, porumb, rapiță și grâu, cu accent pe productivitate, adaptarea tehnologiilor de cultură la condițiile pedoclimatice și creșterea rezilienței sistemelor agricole.



Mihaela Caian

CAPITOLE
→ Cap.6: Schimbările climatice și agricultura în România

Este cercetător științific senior la Administrația Națională de Meteorologie din România, unde conduce grupul de „Predicții climatice de la nivel lunar la sezonier”. Deține un doctorat în Modelare Numerică a Atmosferei și Oceanului, obținut la Universitatea Paul Sabatier din Toulouse. Este abilitată în cadrul Școlii Doctorale a Facultății de Fizică, Universitatea din București. Domeniile sale principale de expertiză includ modelarea și predicția climatică, procesele fizice și dinamice din atmosferă și predictibilitatea acestora. În prezent, cercetările sale se concentrează pe schimbările climatice, fenomenele extreme și măsurile de reducere a impactului acestora.



Mihnea Cătuți

CAPITOLE
→ Cap.11: Politici climatice în România: între beneficii și reticență cu privire la prețul carbonului

Coordonează strategia de cercetare cât și alte activități la EPGAria sa de expertiză acoperă politicile climatice, industriale și energetice ale Uniunii Europene, precum și tranziția climatică a Europei de Sud-Est. Este de asemenea Asociat Senior al Programului pentru o Economie Curată al E3G, concentrându-se pe tranziția industrială. Dr. Cătuți a fost cercetător asociat la Centrul pentru Studii de Politici Europene (CEPS), unde a condus activitățile privind viitorul hidrogenului în UE. A fost, de asemenea, lector asociat în Politici Publice la Universitatea din York. Mihnea are o diplomă de licență de la Universitatea din Bristol și un master în Politici Publice Europene de la Universitatea din York și Universitatea Central Europeană. A obținut un doctorat de la Universitatea din York cu o teză axată pe guvernanța energetică și climatică în UE.



Sorin Cheval

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Cercetător științific la Administrația Națională de Meteorologie, de formație geograf, specializat în climatologie, cunoscut mai ales pentru studiile sale în domeniul schimbărilor climatice și impactul acestora asupra mediului urban. Activitatea sa de cercetare include analiza riscurilor climatice, variabilitatea și schimbările climatice la nivel regional și local. Dr. Cheval coordonează mai multe proiecte internaționale de cercetare care vizează adaptarea sectorială la schimbările climatice, cum ar fi CARMINE, CROSSEU și OptFor-EU. A publicat numeroase lucrări științifice în reviste importante, fiind recunoscut pentru contribuțiile sale în domeniul climatologiei urbane. Nu în ultimul rând, Dr. Sorin Cheval predă cursuri de specialitate la Universitatea din București, Universitatea Babeș-Bolyai Cluj-Napoca și Academia Forțelor Aeriene Henri Coandă Brașov, și este președintele Asociației Române de Meteorologie Aplicată și Educație (ARMAE).



Alexandru Chivu

CAPITOLE
→ Cap.10: Electrificarea, cheia decarbonizării sectorului energetic

Asistent de cercetare în cadrul Departamentului Sisteme Energetice la EPG, activitatea sa vizează politicile europene de energie și climă, energia nucleară, rețelele electrice şi energia regenerabilă.
Este licențiat în relații economice internaționale la Academia de Studii Economice din București și deține un master în științele mediului (Earth Systems Governance) la Universitatea Utrecht din Olanda. Lucrarea sa de disertație a analizat barierele din calea proiectelor fotovoltaice plutitoare din România.
Anterior alăturării EPG, a activat ca asistent de cercetare la Universitatea Utrecht. De asemenea, a acumulat experiență profesională prin stagii desfășurate în Parlamentul României și în Parlamentul European.



Matei Cocheci

CAPITOLE
→ Cap.9: Transformarea spațiului construit și acțiunea climatică în România

Matei Cocheci este urbanist, specialist în știința mediului și doctor în geografie, având peste 10 ani experiență în coordonarea și elaborarea de documentații de amenajare a teritoriului și urbanism și documente strategice pentru autorități publice locale din România. În prezent este lector universitar la Universitatea de Arhitectură și Urbanism ”Ion Mincu” București, departamentul Planificare Urbană și Dezvoltare Teritorială. Activitatea sa de cercetare și practica profesională pun accent pe impactul provocărilor de mediu asupra planificării teritoriale. Principalele domenii de cercetare vizează mediile restrictive și reziliența climatică, suburbanizarea în zonele metropolitane și vulnerabilitățile sistemului de planificare spațială din România.



Adina-Eliza Croitoru

CAPITOLE
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este profesor universitar la Universitatea Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca, unde predă și desfășoară cercetări în domeniul fenomenelor meteo-climatice extreme, al schimbărilor climatice și al impactului acestora asupra mediului și societății. Prof. Croitoru a fost implicată în numeroase studii care explorează efectele fenomenelor extreme și schimbărilor climatice asupra sănătății, agriculturii și resurselor de apă. Prof. Croitoru este reprezentant regional pentru Europa (RA VI) în cadrul Consiliului de Cercetare al Organizației Meteorologice Mondiale (WMO), contribuind la dezvoltarea și promovarea cercetării climatice. De asemenea, Prof. Croitoru prezidează Grupul de Lucru al WMO pentru Schimbul de Date cu Sectorul de Cercetare din subordinea aceluiași organism, o inițiativă foarte importantă care are ca scop îmbunătățirea accesului la date meteorologice și climatice pentru comunitatea științifică. Totodată, Prof. Croitoru coordonează și Grupul de Lucru pentru Cercetare la nivel european din cadrul Organizației Meteorologice Mondiale, care are ca principal rol stabilirea priorităților de cercetare la nivel regional și facilitarea comunicării între cercetători și profesioniștii din domeniul meteorologiei, hidrologiei și compoziției atmosferice pentru implementarea rezultatelor științifice în activitatea operațională. La nivel național, Prof. Croitoru este membră a Consiliului Consultativ pentru Dezvoltare Durabilă (CCDD), ca expert pentru Obiectivul de Dezvoltare Durabilă 13 – Acțiune climatică.



Mihai Dima

CAPITOLE
→ Cap.4: Europa se încălzește accelerat: implicații pentru România

Este profesor la Facultatea de Fizică a Universității din București și cercetător în domeniul variațiilor climatice. Este autor al numeroaselor articole științifice referitoare la mecanismele fizice ale schimbărilor climatice, publicate în cele mai prestigioase reviste pe plan internațional. A fost președinte al Consiliului Național al Cercetării Științifice și secretar de stat pentru cercetare științifică și inovare. În prezent, este director al Școlii Interdisciplinare de Studii Doctorale a Universității din București și ambasador științific al Fundației Humboldt din Germania.



Ștefan Dinicilă

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Inginer și cercetător în cadrul Administrației Naționale de Meteorologie din România, precum și doctorand în Geografie la Universitatea „Babeș-Bolyai”. Este specializat în modelare atmosferică la rezoluție înaltă, prognoză numerică a vremii. Cercetările sale includ studii bazate pe modelul WRF cât și ICON privind insula de căldură urbană și parametrizările urbane, în special pentru București. El face parte din proiectul CAMS-NCP și contribuie, de asemenea, la proiectul CARMINE din programul Orizont Europa, referitor la dezvoltarea rezilientă la climă a regiunilor metropolitane. Activitatea sa conectează modelarea atmosferică avansată cu reziliența climatică urbană și evaluarea riscurilor climatice.



Radu Dudău

CAPITOLE
→ Cap.10: Electrificarea, cheia decarbonizării sectorului energetic

Este președinte și cofondator al EPG. A fost, din 2007 până în 2023, profesor asociat la Universitatea din București. Din 2006 până în 2010, a fost director adjunct la Institutul Diplomatic Român (Ministerul Afacerilor Externe). Este licențiat în fizică și filosofie al Universității din Iași. Este doctor în filosofie (magna cum laude) al Universității Konstanz (Germania) și doctor în științe politice al Școlii Naționale de Studii Politice și Administrative (SNSPA, București). A fost bursier Fulbright în cadrul Programului de securitate națională la Harvard Kennedy School of Government (2011), bursier al Colegiului Noua Europă la Institutul danez de relații internaționale (Copenhaga, 2006) și bursier OSI/FCO-Chevening la Universitatea Oxford (1999–2000). Lucrările sale se concentrează pe politica energetică, tehnologia energetică și piețele energetice.



Alexandru Dumitrescu

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Este cercetător științific în domeniul climatologiei, cu o experiență de peste două decenii în cadrul Administrației Naționale de Meteorologie – Secția de Climatologie. Expertiza sa se concentrează asupra analizei schimbărilor climatice, prin utilizarea unor metode integrate ce îmbină date observaționale, teledetecție și modelare climatică. Este activ implicat în dezvoltarea serviciilor climatice operaționale, având ca obiectiv transformarea informațiilor climatice complexe în produse aplicabile și relevante pentru sectoare precum agricultura, planificarea urbană, precum și managementul riscurilor climatice și naturale.



Dragoș Ene

CAPITOLE
→ Cap.3: Furtunile severe din România în contextul schimbărilor climatice
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este cercetător la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului, cu o carieră în domeniul teledetecției atmosferice, studiilor climatice și proceselor de validare satelitară. Între 2022 și 2024, Dragoș Ene a fost cercetător la ERATOSTHENES Centre of Excellence (Limassol, Cipru). Este autor și coautor al unui număr semnificativ de articole științifice dedicate proceselor climatice și atmosferice, publicate în reviste de prestigiu. Prin experiența sa interdisciplinară, la intersecția fizicii atmosferei, climatologiei și teledetecției, Dragoș Ene participă activ la eforturile de înțelegere a proceselor atmosferice relevante pentru clima Europei de Sud-Est.



Vlăduț Fălcescu

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Doctorand al Universității Babeș-Bolyai din Cluj-Napoca și lucrează ca meteorolog în cadrul direcției de climatologie a Administrației Naționale de Meteorologie. Activitatea și cercetarea sa se concentrează pe adaptarea la efectele schimbărilor climatice, reziliența urbană și politicile climatice.



Ioan-Ștefan Gabrian

CAPITOLE
→ Cap.8: Climatul Urban în România 2026

Inginer și doctorand în cadrul Administrației Naționale de Meteorologie din România, specializat în modelare atmosferică de înaltă rezoluție, prognoză numerică a vremii și climat urban. Cercetarea sa include studii bazate pe WRF privind insula de căldură urbană și parametrizările urbane, cu accent pe București. Este coordonatorul partenerului NMA în proiectul WinDMiL, axat pe prognoza meteo pe termen foarte scurt bazată pe inteligență artificială, și contribuie la proiectul Horizon Europe CARMINE privind dezvoltarea rezilientă la schimbările climatice în regiunile metropolitane. Activitatea sa conectează modelarea atmosferică avansată cu reziliența climatică urbană și evaluarea riscurilor climatice.



Monica Ioniță

CAPITOLE
→ Cap.1: Temperaturi și valuri de căldură în România
→ Cap.2: Precipitații și secetă în România

Este cercetătoare în cadrul Grupului de Paleoclimatologie de la Institutul Alfred Wegener pentru Cercetări Polare și Marine. Cercetările sale sunt axate pe analiza și înțelegerea variabilității și predictibilității potențiale a evenimentelor extreme într-o lume în schimbare, utilizând metode statistice complexe și diferite tipuri de date care acoperă un spectru temporal larg, mergând înapoi cu mii de ani în trecut, acoperind prezentul și extinzând orizontul nostru în viitor. În ultimii ani, a fost, de asemenea, foarte implicată în transferul de știință și tehnologie și în comunicarea generală a problemelor legate de schimbările climatice către public.



Alexandru Laibăr

CAPITOLE
→ Cap.12: Economia Circulară — de la reglementare la Reziliență Industrială și Impactul în viața de zi cu zi

Director Executiv al Asociației Coaliția pentru Economia Circulară – CERC, este un profesionist cu studii de sustenabilitate și experiență în organizații diverse, concentrat pe afaceri durabile din sectorul economiei circulare și sociale, care își folosește cunoștințele și experiența acumulată din sectorul corporativ și non-profit pentru a dezvolta în cadrul CERC o comunitate formată din specialiști și companii care doresc să facă tranziția la economia circulară prin implementarea principiilor și bunelor practici ale circularității în România. De asemenea, desfășoară activități de consultanță și training în economie circulară, sustenabilitate organizațională și ESG.



Vera Marin

CAPITOLE
→ Cap.9: Transformarea spațiului construit și acțiunea climatică în România

Vera Marin este arhitectă, urbanistă și cercetătoare, cu peste 25 de ani de experiență în educație, guvernanță participativă și dezvoltarea capacității de colaborare în procesele de planificare. Din 2001, este președinta Asociației pentru Tranziție Urbană (ATU*), unde dezvoltă proiecte de cercetare-acțiune și formate de învățare care conectează cunoașterea de specialitate cu deciziile și situațiile concrete din orașe. Din 2024, este Ashoka Fellow, ca recunoaștere a inovației sociale prin care profesioniștii mediului construit sunt implicați în educație formală și nonformală. Este, de asemenea, expert URBACT în planificare strategică integrată și participativă, implicarea actorilor și transformarea strategiilor în acțiuni, cu expertiză tematică în educație, cultură și locuire.
*ATU poate organiza cursuri și ateliere pentru cei care doresc să înțeleagă și să se implice în procesele de planificare urbană care pot oferi răspunsuri la provocările legate de schimbările climatice.



Luminița Mărmureanu

CAPITOLE
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este cercetător științific gradul I la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizica Pământului, cu expertiză în fizica și chimia atmosferei, caracterizarea poluanților atmosferici și identificarea surselor acestora, de la aerosoli până la radionuclizi. Printre contribuțiile sale se numără caracterizarea instrumentelor de referință pentru monitorizarea aerosolilor, analiza evoluției pe termen lung a poluării în România, precum și evaluarea stresului termic în Europa. Luminița a coordonat proiecte de cercetare naționale și internaționale și colaborează cu instituții academice și de cercetare din întreaga Europă pentru a studia poluarea atmosferică, expunerea la căldură și impactul acestora asupra sănătății. Este, de asemenea, implicată activ în formarea tinerilor cercetători și în promovarea înțelegerii poluării atmosferice și a efectelor schimbărilor climatice asupra sănătății.



Corina Murafa

CAPITOLE
→ Cap.13: Cu strategiile făcute și lecțiile neînvățate: noua politică europeană de reziliență ne va prinde din nou în off-side

Corina Murafa este cercetător, activist și consultant independent cu peste 15 ani de experiență în domeniul climei, energiei și sustenabilității, colaborând cu organizații mari din mediul public, privat și non-guvernamental, la nivel național și internațional, precum Banca Mondială, Comisia Europeană, Frankfurt School of Management, Fundația Friedrich Ebert, Environmental Defense Fund, Cancelaria Primului Ministru, Ashoka, și alții. Din 2023 este membră și vicepreședintă a secțiunii Mediu în Comitetul Economic și Social European, în urma unei largi susțineri primite din partea ONG-urilor din România. Este co-fondatoare a Observatorului Român pentru Sărăcie Energetică, membră a board-ului internațional al Misiunii Europene pentru Adaptare la Schimbări Climatice și lector universitar al Facultății de Administrare a Afacerilor în Limbi Străine din cadrul Academiei de Studii Economice din București, unde conduce de asemenea proiecte de cercetare aplicată în domeniul climei și energiei. Parcursul ei academic cuprinde studii doctorale și de master la ASE București și Hertie School of Governance, Berlin, precum și fellowship-uri la New York University și UC Berkeley. Corina scrie și susține frecvent prezentări publice și intervenții în presă pe teme de energie, climă și sustenabilitate.



Viorica Nagavciuc

CAPITOLE
→ Cap.1: Temperaturi și valuri de căldură în România
→ Cap.2: Precipitații și secetă în România

În activitatea sa științifică, Viorica s-a îndreptat în mod prioritar către reconstituirea paleoclimatului pe baza unor parametri ai inelelor anuale de creștere a arborilor: lățimea inelelor anuale, densitatea maximă a inelelor anuale, compoziția izotopilor stabili de oxigen și carbon în celuloza inelelor anuale. De asemenea, ea este interesată să studieze variabilitatea și predictibilitatea evenimentelor climatice extreme (de exemplu, inundații, secete, valuri de căldură), precum și impactul lor asupra aspectelor socio-economice.



Denis Nichita

CAPITOLE
→ Cap.4: Europa se încălzește accelerat: implicații pentru România

Doctorand în cadrul Facultății de Fizică a Universității din București.
Cercetările sale se concentrează asupra utilizării și dezvoltării metodelor de analiză cauzală aplicate datelor observaționale. Prin intermediul acestora, investighează relații și lanțuri cauzale atât în sistemul climatic, cât și în alte domenii. Studiile sale abordează, printre altele, legătura dintre gazele cu efect de seră, gheața marină arctică și slăbirea Circulației Meridionale de Răsturnare din Atlantic, influența factorilor meteorologici asupra răspândirii virusului SARS-CoV-2, precum și cauzele producerii fenomenelor extreme. Colaborează cu cercetători de la Institutul Alfred Wegener pentru Cercetări Polare și Marine din Germania, precum și de la Institutul Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Fizică și Inginerie Nucleară „Horia Hulubei”.



Valentin Veron Toma

CAPITOLE
→ Cap.5: Căldura și sănătatea în România

Este cercetător științific principal gr. II și șeful Departamentului de Antropologie Culturală și Socială, din cadrul Institutului de Antropologie „Francisc I. Rainer” al Academiei Române din București. Are studii medicale, a urmat studii postuniversitare în antropologie socială și a obținut titlul de doctor în psihiatrie la Universitatea de Medicină și Farmacie „Carol Davila”. Domeniile sale de interes în cercetare includ antropologia medicală, psihiatria culturală și istoria medicinei. În ultimii cinci ani, Dr. Toma s-a implicat în organizarea primei conferințe a Academiei Române privind schimbările climatice, a participat la Grupul de lucru al Administrației Prezidențiale privind schimbările climatice, a făcut parte din Grupul de lucru privind Fondul Social și Clima și a contribuit la mai multe documente oficiale ale României pe această temă. Dr. Toma a participat, în calitate de reprezentant al României, la panelul de experți din țările membre ale Uniunii Europene care a pus în dezbatere prima versiune a documentului intitulat „Strategic Research and Innovation Agenda (SRIA) on Health and Climate Change”. Grupul de lucru a fost organizat de Comisia Europeană prin RTD Environment and Health (2024). Recent, în cadrul Consiliului Consultativ pentru Dezvoltare Durabilă (CCDD), din cadrul guvernului României, Dr. Toma a constituit un grup de lucru pe tema sănătate și schimbări climatice, prin intermediul căruia România contribuie la activitatea rețelei europene a consiliilor consultative - European Environment and Sustainable Development Advisory Councils Network (EEAC Network) - de la Bruxelles. În luna ianuarie 2025 Dr. Toma a fost ales vicepreședinte al CCDD. De asemenea, în prezent, ocupă poziția de co-președinte al Grupului de lucru pe sănătate al EEAC Network (Bruxelles).